

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КРАН ПОДАЧИ ТОПЛИВА»

Выпускная квалификационная работа  
по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
профиль «Машиностроение и материалобработка»  
профилизация «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 745

Екатеринбург 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра технологии машиностроения, сертификации и методики  
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой ТМС  
\_\_\_\_\_ Н.В. Бородина  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018г.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ  
«КРАН ПОДАЧИ ТОПЛИВА»**

Пояснительная записка к выпускной квалификационной работе  
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
специализации «Технологии и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 745

Исполнитель  
студент гр. ЗТО-405С

А. Ю. Климов

Руководитель  
доцент, к.п.н.

Д. Г. Мирошин

Екатеринбург 2018

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 108 листа печатного текста, 25 иллюстраций, 12 слайдов, 26 таблиц, 30 использованных источников, 5 приложений.

Ключевые слова: ДЕТАЛЬ «КРАН ПОДАЧИ ТОПЛИВА», ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ, МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ, ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ, РАСЧЁТ НОРМ ВРЕМЕНИ, УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ОЦ С ЧПУ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОБОСНОВАНИЕ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ, ОПЕРАТОР СТАНКОВ С ЧПУ, УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН.

Проектирование технологического процесса механической обработки в условиях среднесерийного производства ведется с учётом применения современного токарно-фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ DMG STX 310 ecoline и обрабатывающего центра с ЧПУ Hermle C30U.

Выбраны металлорежущий инструмент и элементы режима резания для всех операций. Рассчитаны нормы времени на изготовление одной детали.

Составлена управляющая программа.

Приведено экономическое обоснование проекта.

В методической части проанализирована и оптимизирована образовательная программа операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ. Разработан план и методическое обеспечение учебного занятия на тему: "Разработка управляющей программы для обработки простых деталей".

					ДП 44.03.04.745.ПЗ			
Изм	Лист	№ документа	Подп.	Дата				
Разраб.	Климов				Проектирование технологического процесса механической обработки детали «Кран подачи топлива» Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Пров.	Мирошин						2	108
						ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО Группа ЗТО-405С		
Н.контр	Суриков							
Зав.каф.	Бородина							

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	6
1.1. Анализ исходной информации .....	6
1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали «Кран подачи топлива» .....	6
1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали .....	8
1.1.3. Анализ методов обработки поверхностей .....	12
1.1.4. Определение типа производства .....	15
1.2. Разработка технологического процесса механической обработки детали «Кран подачи топлива» .....	17
1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения.....	17
1.2.2. Выбор технологических баз.....	19
1.2.3. Выбор методов обработки поверхностей .....	21
1.2.4. Составление технологического маршрута обработки детали «Кран подачи топлива» .....	22
1.2.5. Выбор средств технологического оснащения .....	23
1.2.5.1. Выбор и описание оборудования .....	23
1.2.5.2. Выбор и описание металлорежущего инструмента и режимов резания.....	27
1.2.6. Расчет технических норм времени.....	41
1.3. Разработка управляющей программы для технологической операции обработки детали «Кран подачи топлива» .....	50
2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	56
2.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия.....	56
2.2. Расчёт капитальных затрат.....	56
2.3. Расчет технологической себестоимости детали .....	59
3.МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА .....	70

3.1. Общая характеристика образовательного учреждения .....	70
3.2. Анализ профессионального стандарта учебной документации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» .....	73
3.3. Разработка и проведение урока теоретического обучения .....	79
3.4. Разработка и проведение урока производственного обучения .....	85
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	90
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	91
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Лист задания по дипломному проектированию .....	94
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Перечень листов графических документов .....	95
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Управляющие программы .....	101
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Комплект операционных карт и эскизов .....	102
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Комплект слайдов к методическому разделу .....	103

## ВВЕДЕНИЕ

В нынешнее время на предприятиях используют устаревшие технологии механической обработки деталей, а также устаревшие универсальные станки и инструмент. Но существует в наше время и высокопроизводительное оборудование, которое способно превзойти производительность устаревшего оборудования.

Использование станков с ЧПУ дает возможность улучшить точность механической обработки, повысить производительность труда на каждом виде деятельности, минимизировать издержки по производству продукции, создать безопасные условия труда, организовать систему многостаночного обслуживания, использовать обоснованные с точки зрения технологий нормы времени и снизить участие человека в процессе работы.

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование технологического процесса механической обработки детали «Кран подачи топлива» с использованием современного режущего инструмента и оборудования с ЧПУ.

Цель ВКР определяет следующие задачи:

- анализ исходных данных;
- проектирование технологического процесса;
- разработка содержания операции изготовления детали «Кран подачи топлива»;
- разработка управляющей программы;
- экономическое обоснование проекта;
- методическая разработка.

При проектировании технологического процесса предполагается использовать современное высокоточное оборудование и эффективный высокопроизводительный инструмент, что обеспечит высокое качество обработки изготавливаемой детали.

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

# 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1. Анализ исходной информации

К основным источникам исходных данных относятся: рабочий чертёж детали «Кран подачи топлива», программа выпуска деталей «Кран подачи топлива»

Для разработки технологического процесса необходимы данные имеющиеся в справочниках и нормативах машиностроения, тип производства - мелкосерийный.

### 1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Деталь «Кран подачи топлива» используется в топливной системе среднемагистрального самолета.

Топливная система на самолете предназначена для размещения топлива и бесперебойной подачи его к двигателям в необходимом количестве и с достаточным давлением на всех заданных режимах и высотах полета.

Краны, установленные в системе питания топливом, позволяют управлять подачей его к двигателям от соответствующих баков (или групп баков), а так же исключать подачу топлива к вышедшему из строя двигателю.

Поверхностью Ø50f9 деталь устанавливается в корпус топливной системы самолета и крепится через шесть отверстий Ø6,5. В канавку шириной 4,5 мм устанавливается уплотнительная резинка. В отверстие Ø24H7 устанавливается клапан регулировки подачи топлива. В отверстия M12-7H и M6-7H вворачиваются штуцера. Группа отверстий M10-7H предназначены для крепления датчика обратного давления.

Габаритные размеры детали Ø70x85 мм, масса 2,43 кг. Деталь толстостенная имеет простой профиль, небольшое количество отверстий, повышенные требования к взаимному расположению отверстий.

Деталь «Кран подачи топлива» выполнена из хром-никелевой нержавеющей стали марки 12X18H10T ГОСТ 5949-75.

На рисунке 1 представлена 3D модель детали «Кран подачи топлива».

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

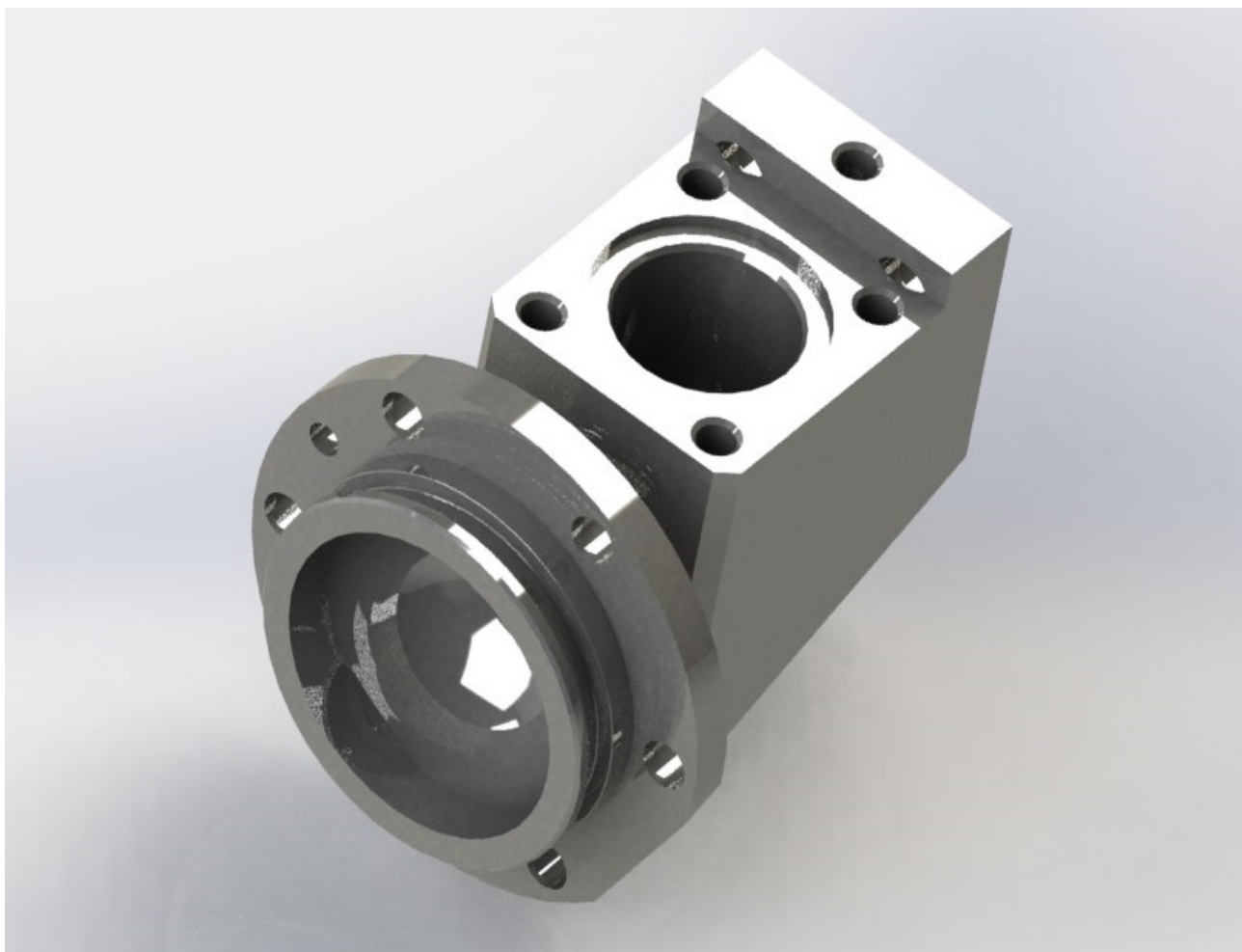


Рисунок 1 - 3D модель детали «Кран подачи топлива»

Хром-никелевая нержавеющая сталь 12Х18Н10Т занимает лидирующие позиции на рынке современного металлопроката. Благодаря своим уникальным качественным характеристикам сталь данной марки может использоваться в различных сферах производства и промышленности. Материал получил широкое применение в:

- нефтяной промышленности;
- топливно-энергетическом секторе;
- химической промышленности;
- машиностроении.

Использование в промышленности: детали, работающие до 600° С. Сварные аппараты и сосуды, работающие в разбавленных растворах азотной, уксусной, фосфорной кислот, растворах щелочей и солей и другие детали,

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



работающие под давлением при температуре от -196 до +600 °С, а при наличии агрессивных сред до +350 °С.; сталь аустенитного класса.

В таблице 1 приведен, химический состав, а в таблице 2 механические свойства стали 12Х18Н10Т.

Таблица 1 - Химический состав стали 12Х18Н10Т ГОСТ 5949-75 [17]

C	Si	Mn	S	P	Ti	Ni	Cr	Cu
			не более					
0,12	до 0,8	до 2,0	0,02	0,035	0,4...1	9...11	17...19	до 0,30

Таблица 2 - Механические свойства стали 12Х18Н10Т ГОСТ 5949-75 [17]

$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\Psi$ , %	$\alpha$ , Дж/см <sup>2</sup>
510	196	40	55	43,5

где  $\sigma_B$  - временное сопротивление разрыву (предел прочности при растяжении), МПа;

$\sigma_{0,2}$  - предел текучести условный, МПа;

$\delta_5$  - относительное удлинение после разрыва, %;

$\psi$  - относительное сужение, %.

Основными преимуществами стали марки 12Х18Н10Т являются высокая ударная вязкость и пластичность. сталь хорошо прокатывается в холодном и горячем состоянии, обладает высокой коррозионной устойчивостью в агрессивных средах. Она успешно применяется практически во всех отраслях промышленности. Изделия из нее характеризуются длительным сроком службы.

Данный материал оптимально подходит для изготовления детали «Кран подачи топлива» и для условий ее работы.

### 1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Технологичность конструкции детали имеет прямую связь с производительностью труда, затратами времени на технологическую подготовку производства, изготовление, техническое обслуживание и ремонт изделия.

Поэтому проектированию технологического процесса изготовления детали должен предшествовать анализ технологичности её конструкции и в необходимых случаях отработка на технологичность.

Технологичность конструкции детали оценивают на двух уровнях - качественном и количественном.

#### *Качественная оценка технологичности детали*

Форма детали приближена к правильной геометрической форме, т. е. поперечным сечениям детали придана форма правильного четырёхугольника и круга (см. главный вид);

Конструкция детали предусматривает возможность механической обработки нескольких поверхностей в одной операции (например параллельные между собой плоскости или отверстия Ø6,5);

Конструкция детали обеспечивает возможность обработки поверхностей и торцов отверстий напроход (все торцы и поверхности перпендикулярны и параллельны оси детали кроме одной поверхности под углом 10°);

Деталь не имеет отверстий, не перпендикулярных осям на входе и выходе сверла, что позволяет устранить увод сверла или его поломку, не технологичным является наличие 4-х глухих резьбовых отверстий;

Конструкция детали достаточно жесткая в виду отсутствия тонких стенок толщиной 2,5...4мм

При качественной оценке доминируют положительные характеристики, поэтому можно считать, что конструкция детали технологична.

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### Количественная оценка технологичности детали

Коэффициенты точности обработки и коэффициенты шероховатости определяются в соответствии с ГОСТ 18831-73 и сравниваются с базовыми показателями. Для этого необходимо рассчитать среднюю точность и среднюю шероховатость обработанных поверхностей и сравнить с базовыми показателями. Данные по деталям сведём в таблицы 3 и 4,

где  $T_i$  - квалитеты;

$Ш_i$  - значение параметра шероховатости;

$n_i$  - количество размеров или поверхностей для каждого квалитета или шероховатости.

В соответствии с ГОСТ 18831-73 значения базовых коэффициентов следующие:

- коэффициент точности  $K_{T_{баз}} = 0,8$ ;

- коэффициент шероховатости  $K_{Ш_{баз}} = 0,18$ .

Определим коэффициент точности по [1, с. 229], а результаты занесём

Таблица 3 - Определение коэффициента точности

$T_i$	$n_i$	$T_i \cdot n_i$
7	11	77
9	1	9
11	1	11
12	5	60
14	24	336
	$\Sigma n_i = 42$	$\Sigma T_i \cdot n_i = 493$

Определим среднюю точность обработки детали [1, с.229].

$$T_{cp} = \frac{\Sigma T_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{493}{42} = 11,74 \quad (1)$$

Определим базовый и достигнутый коэффициент точности [1, с.229].

$$K_{Tч} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{11,74} = 0,915 \quad (2)$$

т. к.  $K_{тч}=0,915 > K_{тбаз} = 0,8$ , то деталь по данному показателю технологична.

Определим коэффициент шероховатости [1, с. 229], а результаты занесём в таблицу 4.

Таблица 4 - Определение коэффициента шероховатости

$\text{Ш}_i$	$n_i$	$\text{Ш}_i \cdot n_i$
1,6	1	1,6
3,2	12	38,4
6,3	32	201,6
12,5	7	87,5
	$\Sigma n_i=52$	$\Sigma \text{Ш}_i \cdot n_i=329,1$

Определим среднюю шероховатость [1, с. 229].

$$\text{Ш}_{\text{ср}} = \frac{\Sigma \text{Ш}_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{329,1}{52} = 6,33$$

Определим коэффициент шероховатости [1, с. 229].

$$K_{\text{Ш}} = \frac{1}{\text{Ш}_{\text{ср}}} = \frac{1}{6,33} = 0,15$$

т. к.  $K_{\text{Ш}}=0,15 < K_{\text{Шбаз}} = 0,18$  следовательно, деталь по данному показателю технологична.

Коэффициент использования материала [1]:

$$K_{\text{М}} = \frac{m_{\text{ДЕТ}}}{m_{\text{ЗАГ}}} = \frac{2,43}{4,52} = 0,538$$

Коэффициент использования материала говорит о том, что базовый вариант получения заготовки верен (прокат -  $K_{\text{М}}$  около 0,5) [1].

Из приведенного выше можно заключить, что «Кран подачи топлива» является технологичной деталью. Для ее изготовления не требуется применение специальных станков и инструмента.

### *Формулировка основных технологических задач*

Исходя из служебного назначения, анализа рабочего чертежа сформулируем основные технологические задачи для изготовления детали «Кран подачи топлива»:

- Обеспечить точность обработки: отверстия  $\varnothing 24$  по 7-му качеству, резьбовые отверстия М6, М10 и М12 по 7Н, поверхность  $\varnothing 50$  по 9-му качеству, отверстие  $\varnothing 31$  по 11-му качеству, отверстия  $\varnothing 14$ ,  $\varnothing 30$ , канавка размерами 4,5 и 2,3мм, уступ 1,6 по 12-му качеству, остальные размеры по 14-му качеству.
- Обеспечить качество поверхностей:
- Обеспечить допуск перпендикулярности левого торца в пределах 0,05 мм относительно поверхности А.
- Обеспечить допуск перпендикулярности верхней поверхности в пределах 0,1 мм относительно поверхности В.
- Обеспечить допуск параллельности отверстия  $\varnothing 24H7$  в пределах 0,1 мм относительно поверхности Б.
- Обеспечить допуск соосности отверстия М12-7Н в пределах 0,1 мм на радиус относительно поверхности А.
- Обеспечить допуск симметричности боковых поверхностей (размер 40мм) в пределах 0,4 мм относительно поверхности В.

#### **1.1.3. Анализ методов обработки поверхностей**

Методы обработки поверхностей (МОП) зависят от служебного назначения детали. На рисунке 2 укажем обрабатываемые поверхности и проанализируем методы их обработки. Проанализируем МОП с точки зрения экономической точности, а результаты занесем в таблицу 5 [1].

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

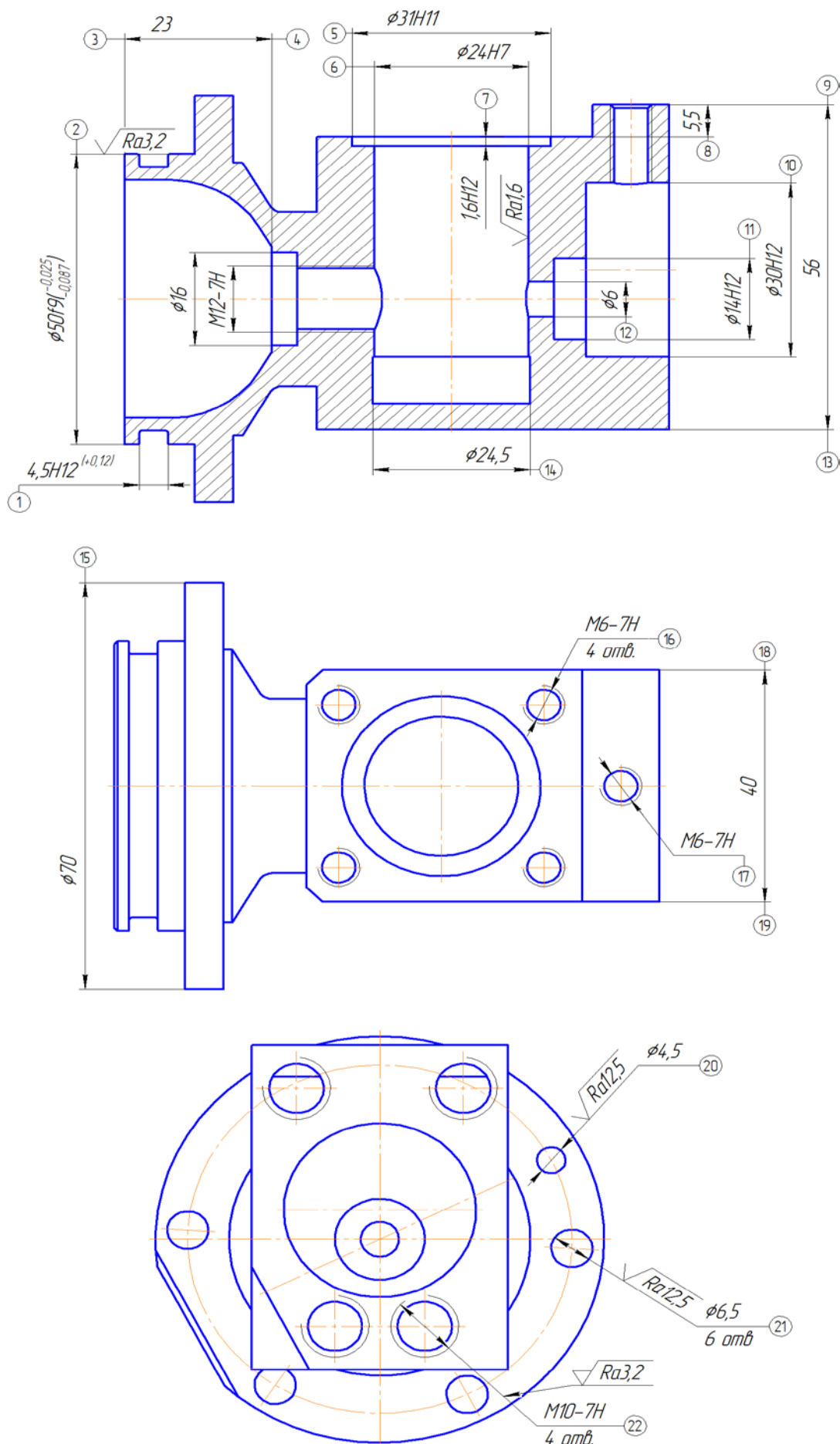


Рисунок 2 - Эскиз детали «Кран подачи топлива»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.745 ПЗ

Лист

13

Таблица 5 - Выбор МОП экономической точности

№ поверхности	Вид поверхности	Квалитет	Шероховатость	МОП в М.К.	МОП экономической точности	
					Квалитет	Шероховатость
1	Канавка	12	3,2	Точение чистовое	9...11	3,2...6,3
2	Цилиндрическая поверхность	9	3,2	Точение черновое и чистовое	9...11	3,2...6,3
3, 4	Торец	14	6,3	Точение однократное	12...14	6,3...12,5
5, 7	Отверстие	11	6,3	Точение однократное	11...14	6,3...12,5
6	Отверстие	7	1,6	Точение черновое, чистовое и тонкое	6...8	1,6...3,2
8, 9, 13, 18, 19	Плоскость	14	6,3	Фрезерование однократное	12...14	6,3...12,5
10, 11	Отверстие	12	6,3	Точение однократное	12...14	6,3...12,5
12	Отверстие	14	6,3	Сверление	12...14	6,3...12,5
14	Отверстие	14	6,3	Точение однократное	12...14	6,3...12,5
20, 21	Отверстие	14	12,5	Сверление	12...14	6,3...12,5
15	Цилиндрическая поверхность	14	6,3	Точение однократное	12...14	6,3...12,5
16, 17, 22	Отверстие	7Н	3,2	Сверление и нарезание резьбы	6Н...8Н	3,2...6,3

ДП 44.03.04.745 ПЗ

### 1.1.4. Определение типа производства

Типы производства характеризуются следующими значениями коэффициентов закрепления операций ( $K_{30}$ ) [5, с. 33]:

Тип производства  $K_{30}$

Массовое.....1

Серийное:

крупносерийное.....св. 1 до 10

среднесерийное.....св. 10 до 20

мелкосерийное.....св. 20 до 40

Единичное.....св. 40

Таблица 6 - Зависимость типа производства от объема выпуска (шт.) и массы детали

Масса детали кг.	Тип производства				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
< 1,0	<10	10-2000	1500-100 000	75 000-200 000	200000
1,0-2,5	<10	10-1000	1000- 50 000	50 000-100 000	100000
2,5-5,0	<10	10- 500	500- 35000	35 000- 75 000	75000
5,0-10	<10	10- 300	300- 25000	25 000- 50 000	50000
>10	<10	10- 200	200- 10000	10000- 25000	25000

При массе детали  $m_{\text{дет}} = 2,43$  кг и годовой программе выпуска  $N=240$  шт., примем тип производства - мелкосерийное.

Определим тип производства по коэффициенту закрепления операций.

Коэффициентом закрепления операций  $K_{30}$  определяемого по формуле [5, с. 33]:

$$K_{3.о.} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (3)$$

где  $\sum O$  - суммарное число различных операций, закреплённых за каждым рабочим местом;



$\Sigma P$  - суммарное число рабочих мест, на которых выполняются данные операции.

Располагая данными о штучном времени, определим количество станков по [5, с. 34]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт(ш-к)}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{зН}}, \quad (4)$$

где  $N$  - годовая программа, шт,  $N=240$  шт.

$T_{шт(ш-к)}$  - штучное или штучно - калькуляционное время, мин;

$F_d$  - действительный годовой фонд времени,  $F_d = 4029$  ч. (при трехсменной работе);

$\eta_{з.н.}=0,85$  - нормативный коэффициент загрузки

Установим число рабочих мест  $P$  округляя в большую сторону  $m_p$ .

Определим фактический коэффициент загрузки  $\eta_{з.ф}$  по формуле [5, с. 35]:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P} \quad (5)$$

Количество операций по формуле [5, с. 36]:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф}} \quad (6)$$

Для токарной операции:  $T_{ш-к}=31,44$  мин, тогда  $m_p=0,037$ , принимаю  $P=1$ ,  $O=23$

Для фрезерной операции:  $T_{ш-к}=47,3$  мин, тогда  $m_p=0,055$ , принимаю  $P=1$ ,  $O=16$

Рассчитаем  $K_{з.о}$  для проектного варианта тех. процесса:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{39}{2} = 19,5 \quad (7)$$

что соответствует среднесерийному производству, для которого:  
 $10 < K_{з.о.} = 19,5 < 20$

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Количество деталей в партии:

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \quad (8)$$

где  $a$  - периодичность поступления заготовок,  $a=9$  дней [5, с. 33].

Тогда:

$$n = \frac{240 \cdot 9}{254} = 9 \text{ шт.}$$

Серийное производство характеризуется изготовлением изделий периодически повторяющимися партиями.

Приспособления - специальные, переналаживаемые.

Режущий инструмент - универсальный и специальный.

Измерительный инструмент - универсальный и специальный.

Настройка станков - станки настроенные.

Размещение технологического оборудования - по ходу технологического процесса.

Виды заготовок - прокат, отливки, штамповки.

Методы достижения точности - метод полной и не полной взаимозаменяемости.

Квалификация рабочих - различная.

Себестоимость продукции - средняя.

## **1.2. Разработка технологического процесса механической обработки детали «Кран подачи топлива»**

### **1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения**

Исходные данные:

- масса детали 2,43 кг;
- габариты детали: Ø70x85 мм;
- материал - 12X18H10T ГОСТ 5949-75;
- годовое число деталей 240 шт.

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Учитывая заданный материал - 12X18H10T, требуемой точностью изготовления заготовки - для данной детали «Кран подачи топлива» мы выбираем способ получения заготовки - сортовой прокат.

Определим диаметр сортового проката. Деталь вписывается в окружность диаметром 78мм. В соответствии с ГОСТ 2590-2006 ближайший больший диаметр проката - 90мм.

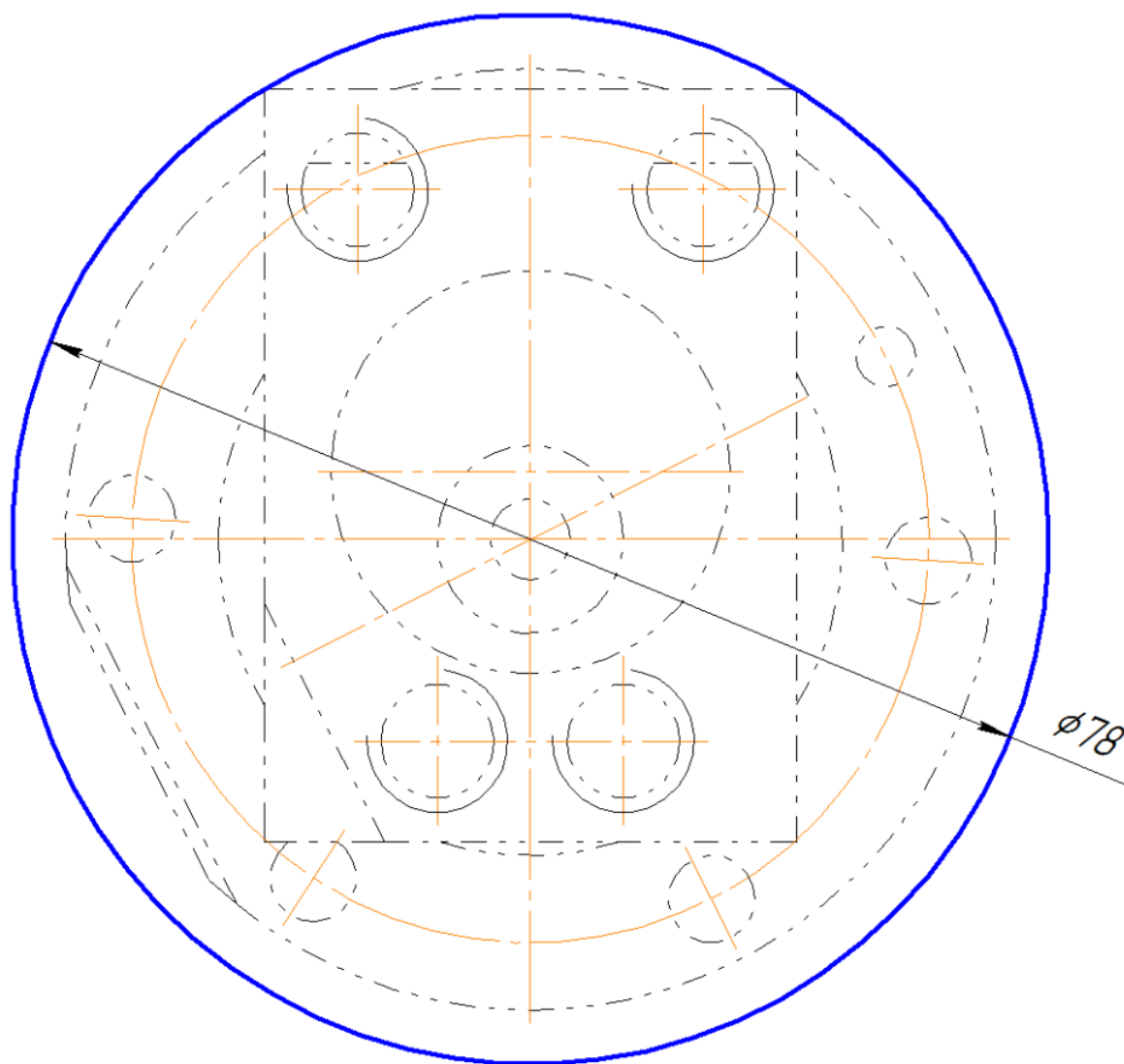


Рисунок 3 - Определение диаметра заготовки из проката

Длина детали составляет 85мм, назначим припуск на торцы 2,5мм под обработку, тогда длинна заготовки составит 90мм. Отрезка заготовки в размер 90мм производится на ленточной пиле в заготовительном цехе предприятия.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.745 ПЗ

Лист

18

Обозначение заготовки:

$$\text{Круг} \frac{90-B1 \text{ ГОСТ } 2590-2006}{12X18H10T-6 \text{ ГОСТ } 5949-75}$$

Определим массу заготовки по формуле [6, с. 33]:

$$m_{\text{ЗАГ}} = V_{\text{ОБЩ}} \cdot \rho, \quad (9)$$

где  $V_{\text{ОБЩ}}$  - общий объём заготовки,  $\text{мм}^3$   $V_i = \frac{\pi \cdot d_i^3}{4} \cdot l_i; \dots$

$\rho$  - удельный вес материала, для стали 12X18H10T  $\rho=0,079 \text{ г/мм}^3$ .

Тогда:

$$V_{\text{ОБЩ}} = \frac{3,14 \cdot 90^2}{4} \cdot 90 = 572265 \text{ мм}^3$$

$$m_{\text{ЗАГ}} = 572265 \cdot 0,0079 = 4520 \text{ г} = 4,52 \text{ кг}$$

Данная заготовка соответствует серийному типу производства, дает высокую производительность труда, отвечает нормам безопасности.

### 1.2.2. Выбор технологических баз

Базирование решает задачи взаимной ориентации деталей и узлов при сборке и обработке заготовок на станках. Технологические базы используются для определения положения изделия в процессе изготовления.

Выделяют основные и вспомогательные базы, черновые и чистовые базы.

К основным технологическим базам относят поверхность  $\varnothing 50f9$  с прилегающим торцем и отверстия  $\varnothing 4,5$  и  $\varnothing 6,5$ .

К вспомогательным базам относят отверстия  $\varnothing 24H7$  и  $\varnothing 30H12$ .

К черновым базам относят поверхности, которые используются на первых операциях, когда отсутствуют обработанные плоскости.

В нашем случае черновыми базами будут торец А (лишает деталь трёх степеней свободы - одного перемещения и двух вращений) и поверхность Б (лишает деталь двух степеней свободы - двух перемещений). Таким образом, базирование не полное. Схема базирования показана на рисунке 5.

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

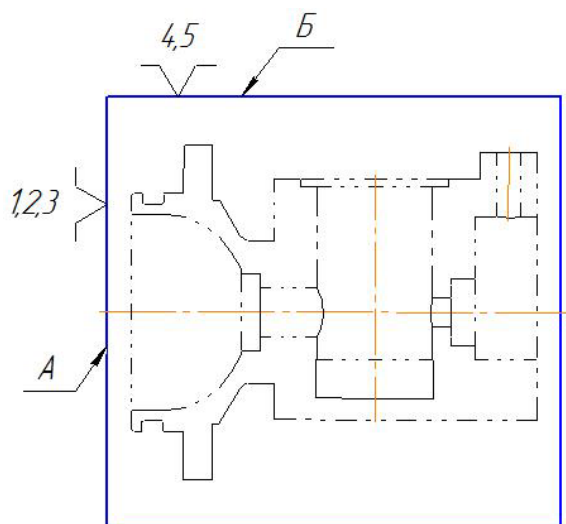


Рисунок 5 - Черновые базы (операция 005 установ А)

Чистовая база - это обработанная поверхность, на которую устанавливается деталь при чистовой обработке поверхностей. В нашем случае чистовыми базами будут торец **В** (лишает деталь трёх степеней свободы - одного перемещения и двух вращений) и поверхность **Г** (лишает деталь двух степеней свободы - двух перемещений). Таким образом, базирование не полное.

Поверхность **Е** (лишает деталь трех степеней свободы - одного перемещения и двух вращений), поверхность **Д** (лишает деталь двух степеней свободы - двух перемещений) и отв. Ø4,5 (лишает деталь одной степени свободы).

Таким образом, базирование полное.

Схема базирования показана на рисунке 6.

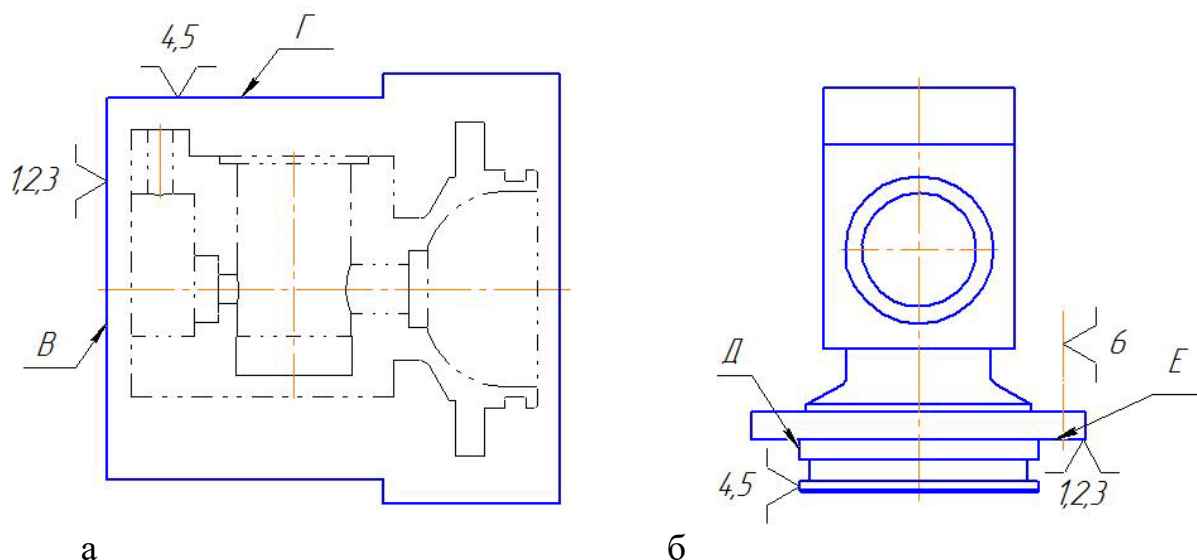


Рисунок 6 - Чистовые базы (а-операция 005 установ Б, б - операция 010 установ А)

### 1.2.3. Выбор методов обработки поверхностей

На рисунке 2 обозначим обрабатываемые поверхности.

Методы обработки будем выбирать по таблицам экономической точности [1, с. 150 табл. 3]:

- канавка 1 - точение чистовое;
- поверхность 2 - точение черновое и чистовое;
- торцы 3 и 4 - точение однократное;
- отверстия 5 и 7 - фрезерование однократное;
- отверстие 6 - фрезерование однократное;
- поверхности 8, 9, 13, 18, 19 - фрезерование однократное;
- отверстия 10 и 11 - фрезерование однократное;
- отверстие 12 - сверление;
- отверстие 14 - фрезерование однократное;
- поверхность 15 - точение черновое и чистовое;
- отверстия 16, 17 и 22 - сверление и нарезание резьбы;
- отверстия 20 и 21 - сверление.

#### 1.2.4. Составление технологического маршрута обработки детали

##### «Кран подачи топлива»

Основными задачами обработки резанием является изготовление с заданной производительностью деталей требуемого качества из выбранных конструкторами материалов при минимально возможных производственных затратах. В зависимости от этих требований разрабатывается технологический процесс обработки, выбирается оборудование, режущий и мерительный инструмент.

Разработанный технологический процесс: маршрут обработки детали «Кран подачи топлива», выбор оборудования показан в таблице 8, поверхности обрабатываемые обозначены на рисунке 2.

Таблица 8 - Маршрут технологического процесса, выбор оборудования

№ опер	Наименование операции	Оборудование
005	Комплексная на ОЦ с ЧПУ, установ А Точить торец предварительно. Точить черновую базовую поверхность Б. Сверлить и расточить отв. Ø14Н12 и Ø30Н12 предварительно. Сверлить отв. Ø6	DMG CTX 310
005	Комплексная на ОЦ с ЧПУ, установ Б Точить торец, Ø50f9, Ø70, фаску 0,5x45, Ø30, Ø47, отв. Ø41, Ø18. Сверлить и нарезать резьбу М12-7Н. Расточить отв. Ø16. Сверлить отв. Ø6,5, Ø4,5	DMG CTX 310
010	Комплексная на ОЦ с ЧПУ Фрезеровать габарит 56, 40, фаску 0,5x30, 2 фаски 2,5x45, канавку Ø24,5, лыску под углом 10°. Центровать, сверлить и нарезать резьбу в 5 отв. М6-7Н, М10-7Н. Центровать и сверлить отв. Ø24. Фрезеровать отв. Ø24Н9, Ø 31Н11, Ø30Н12, Ø14Н12.	Hermle C30U
015	Слесарная	Верстак слесарный
020	Промывочная	Машина моечная
025	Контрольная	Стол контрольный

### 1.2.5. Выбор средств технологического оснащения

К средствам технологического оснащения относятся: технологическое оборудование; технологическая оснастка (в том числе инструменты и средства контроля); приспособление, средства механизации и автоматизации технологических процессов [5, с. 77].

#### 1.2.5.1. Выбор и описание оборудования

Выбор типа станка сочетается с его возможностями обеспечить технические требования, формы и качества обрабатываемых поверхностей.

При выборе станка особое внимание следует обратить на использование обрабатывающих центров с ЧПУ, являющихся одним из основных средств автоматизации механической обработки в машиностроении.

В дипломном проекте предлагается использовать два обрабатывающих станка, это токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ модели DMG CTX 310 ecoline (рис. 7) и 5-координатный обрабатывающий центр с ЧПУ Hermle C30U (рис. 8). Данное оборудование расположено на площадях предприятия.



Рисунок 7 - Токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ модели DMG CTX 310 ecoline



Токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ модели DMG CTX 310 ecoline обладает обширным базовым оснащением и высокой производительностью, что позволяет выпускать как единичные детали, так и серийную продукцию (табл. 9).

Ключевые аспекты:

- Высокая мощность шпинделя / крутящий момент до 166,5 Нм;
- Скорость ускоренного хода 30 м/мин по всем осям;
- Револьвер с сервоприводом со временем смены инструмента 1,4 секунды;
- Автоматически перемещаемая задняя бабка.

Таблица 9 - Технические характеристики станка DMG CTX 310 ecoline

Рабочая зона		
Диаметр устанавливаемый, макс.	мм	330
Диаметр над суппортом, макс.	мм	260
Диаметр обрабатываемый, макс.	мм	200
Поперечный ход (X)	мм	182,5
Продольный ход (Z)	мм	455
Ускоренный ход (X / Z)	м/мин	30 / 30
Главный шпиндель		
Головка шпинделя (плоский фланец)	мм	140h5
Диаметр прохода прутка, макс.	мм	51 / 65
Диаметр переднего подшипника	мм	100
Зажимной патрон	мм	210
Мощность привода (40 / 100 % ED)	кВт	16,5 / 11
Крутящий момент, макс. (40 % ED)	Нм	166,5 / 112
Диапазон скорости вращения, макс.	об/мин	5.000
Точность позиционирования		
Согласно ISO 230-2 по оси X- / Z- (система непрямого измерения)	мкм	8 / 8
Согласно ISO 230-2 на оси C	"	20
Инструментальный револьвер		
Число инструментальных позиций		12
Из них приводных		12
Диаметр крепления держателя	мм	30
Мощность привода (40 % ED) при 2.000 об/мин	кВт	4,2
Крутящий момент, макс. (40 % ED)	Нм	20
Скорость вращения, макс.	об/мин	4.500
Задняя бабка		
Ход задней бабки	мм	396
Конус крепления центра в задней бабке	Mk	4
Усилие задней бабки, макс.	даН	400
Направляющие		
Привод с шариковой винтовой парой по оси X- / Z- (D × P)	мм	32 × 10
Вес станка		
Вес станка (без транспортера стружки)	кг	3.200
Вес станка (с транспортером стружки)	кг	3.800



Рисунок 8 - Обрабатывающий центр с ЧПУ Hermle C30U

Многофункциональный 5-координатный центр с ЧПУ Hermle C30U - это один из ключевых станков, которыми оснащена наша компания. Он предназначен для механической пятиосевой обработки высокой точности.

Немецкий станок Hermle - это высокопроизводительное оборудование, которое зарекомендовало себя на мировом рынке как один из лучших экземпляров в своем классе. Он обеспечивает экономичную и высокоточную обработку объемных деталей (изготовление пресс-форм для кокильного литья, литья под давлением и других деталей).

Центр с ЧПУ Hermle C30U позволяет одновременно выполнять различные виды операций, что повышает точность, экономит время и гарантирует высокое качество продукции.

Преимущества центр с ЧПУ Hermle C30U:

- станок обеспечивает точность обработки - 2 мкм;
- скорость подачи (перемещения) - 45 000 мм/мин;
- вращение шпинделя происходит со скоростью 18 000 об./мин;
- рабочая зона обработки - 650x600x500 мм.

Таблица 10 - Технические характеристики станка Hermle C30U

1	2	3	4	
Наклонно-поворотный стол	Размер стола	Мм	650	
	Поверхность зажима	Мм	650x540	
	Допустимая нагрузка на стол	Кг	1000	
Шпиндель	Скорость вращения	Об/мин	18000	
	Конус шпинделя	—	Hsk-63a	
	Мощность привода	Квт	20	
	Макс. Крутящий момент	Нм	180	
Перемещения	Ось x	Мм	650	
	Ось y	Мм	650	
	Ось z	Мм	500	
Подачи	Быстрая подача	Ось x	М/мин	45
	Быстрая подача	Ось y	М/мин	45
	Быстрая подача	Ось z	М/мин	45
Автоматический сменщик инструмента	Количество инструментов	Ед.	36	
	Макс. Диаметр инструмента	Мм	80	
	Макс. Диаметр инструмента при своб. Ячейках	Мм	125	
	Макс. Длина инструмента	Мм	300	
	Макс. Вес инструмента	Кг	8	
	Время смены инструмента	И-и	С	4,5
	Время смены инструмента	С-с	С	6

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.745 ПЗ

Лист

26

### Окончание таблицы 10

1	2	3	4
Точность	позиционирование	±мкм	5
Габариты	Длина	Мм	3630
Энергопотребление	Ширина	Мм	3200
	Высота	Мм	3360
	Вес станка	Кг	11000
	Напряжение	В, гц	380, 50
Система ЧПУ	Потребляемая мощность	Квт	45
		—	Heidenhain itnc 530

### 1.2.5.2. Выбор и описание металлорежущего инструмента и режимов резания

Предлагается использовать режущий инструмент фирмы «SECO».

Режущий инструмент для разрабатываемого технологического процесса выбираем, в соответствии с рекомендациями, изложенными в каталогах металлорежущего инструмента фирмы «SECO» [13, 14, 15].

Материал детали - сталь 12X18H10T по классификации компании «SECO» относится к группе М-5 [10, с. 694].

#### Операция 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

##### Установ А

**Переход 1.** Точить правый торец, точить поверхности 9, 13, 18 и 19 предварительно и окончательно в размер Ø80мм (рис. 2).

Державка токарная наружная MWLNL 2020K08 [13, с. 244],  
где обозначено: М - крепление пластины (штифт+зажим), W - форма

пластины (шестигранник  $80^\circ$ ), L - тип инструмента ( $95^\circ$ ), N - задний угол ( $0^\circ$ ), L - направление резания (левое), 20 - высота хвостовика (20мм), 20 - ширина хвостовика (20мм), K - длина инструмента (125мм), 08 - длина режущей кромки (рис. 9) [13, с. 13-14].

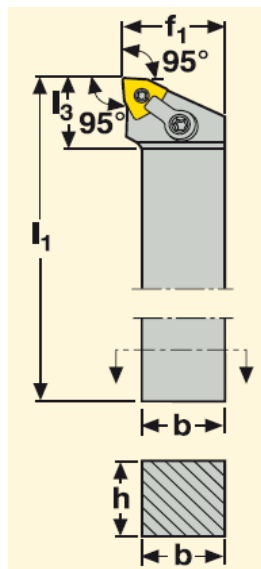


Рисунок 9 - Державка токарная наружная

Размеры державки:  $L_1=125\text{мм}$ ,  $f_1=25\text{мм}$ ,  $L_3=31\text{мм}$   $h=20\text{мм}$ ,  $b=20\text{мм}$  [13, с. 244].

Пластина WNMG 080408-M1 883 [13, с. 397],

где обозначено: M - форма пластины (шестигранник  $80^\circ$ ), N - задний угол (равен  $0^\circ$ ), M - класс допуска, G - тип СМП, 08 - номинальная длина режущей кромки (08мм), 04 - толщина (4,76мм), 08 - радиус вершины (0,8мм), M1 - внутреннее обозначение (обозначение стружколома) [13, с. 19-20]. 883 - материал пластины, твердый сплав без покрытия, предназначен для отрезки и контурного точения закаленной стали, суперспавов, титановых сплавов и цветных металлов [13, с. 465].

Фрагмент каталога «SECO» для выбора державки, пластины и материала показан на рисунках 10 и 11.

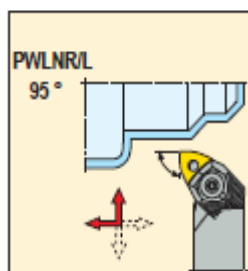
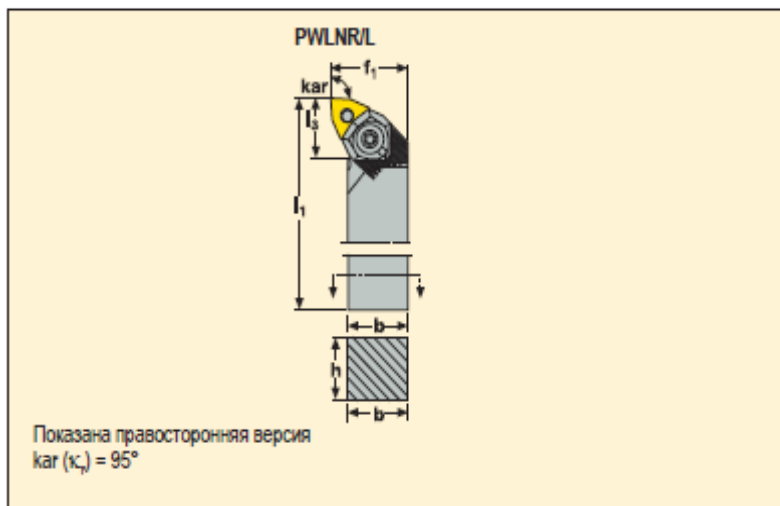
## Точение – Наружные державки



Державки для пластин WNGA, WNGG, WNMA, WNMG и WNMM



- Номенклатуру пластин см. на стр. 395-399, 429
- $\gamma_0^\circ$  = Передний угол,  $\lambda_s^\circ$  = Угол наклона
- Обозначение державок см. на стр. 14-15




	Обозначение	Размеры в мм					$\gamma_0^\circ$	$\lambda_s^\circ$	KG	
		h	b	$l_1$	$f_1$	$l_3$				
06	PWLNRL 1616H06	16	16	100	20,0	21	-6	-6	0,2	WN..0604..
	2020K06	20	20	125	25,0	21	-6	-6	0,4	WN..0604..
	2525M06	25	25	150	32,0	21	-6	-6	0,7	WN..0604..
	3225P06	32	25	170	32,0	21	-6	-6	1,1	WN..0604..
	3232P06	32	32	170	40,0	21	-6	-6	1,4	WN..0604..
	PWLNRL 1616H06	16	16	100	20,0	21	-6	-6	0,2	WN..0604..
	2020K06	20	20	125	25,0	21	-6	-6	0,4	WN..0604..
	2525M06	25	25	150	32,0	21	-6	-6	0,7	WN..0604..
	3225P06	32	25	170	32,0	21	-6	-6	1,1	WN..0604..
	3232P06	32	32	170	40,0	21	-6	-6	1,4	WN..0604..

Рисунок 10 - Выбор токарной державки

## WNMA, WNMG

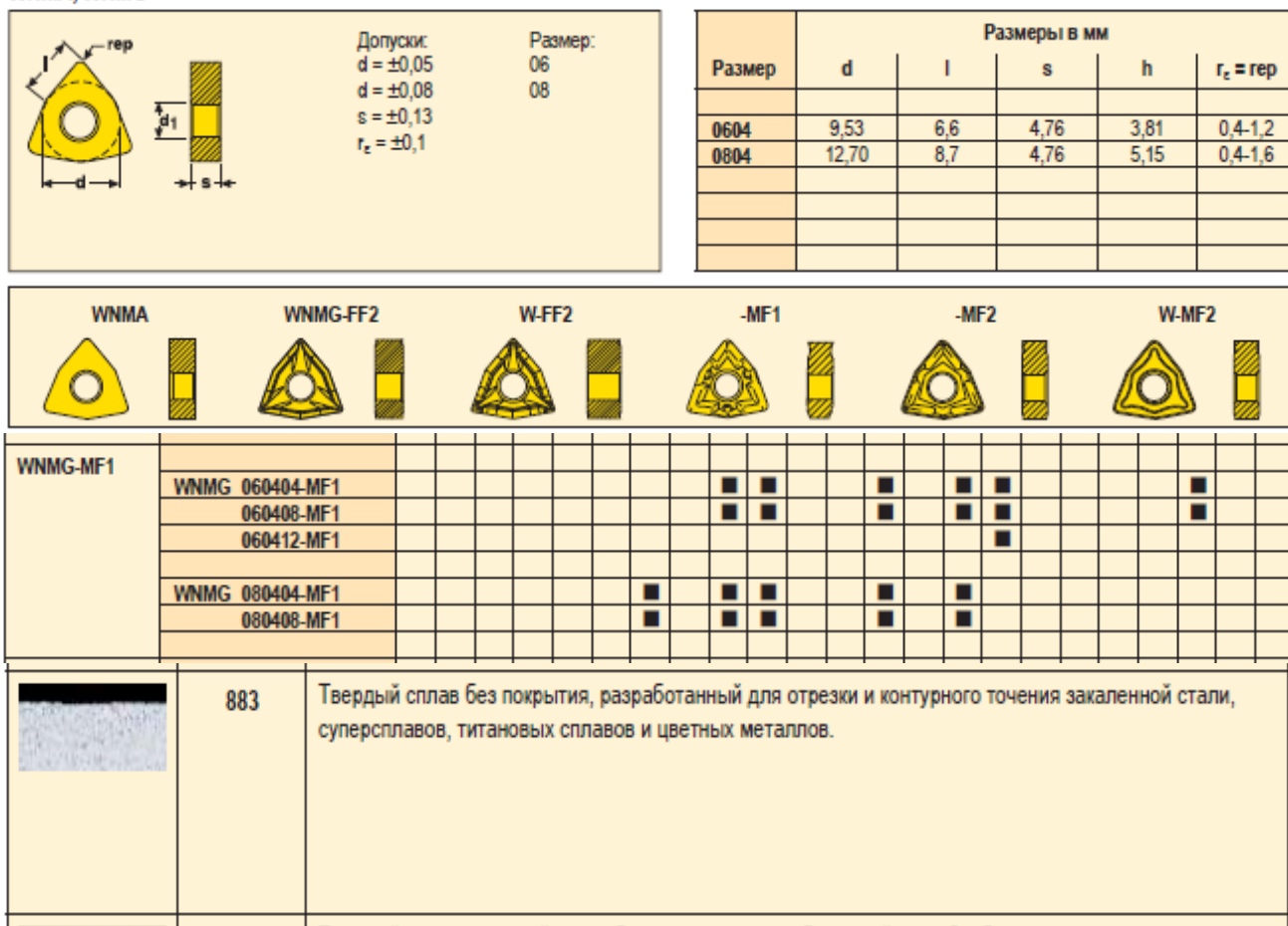


Рисунок 11 - Выбор пластины и материала пластины из каталога фирмы «SECO»

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [13, с. 53]:  $a_{p\max}=4,0\text{мм}$ ,  
 $f=0,30\text{ мм/об}$ ,  $V_c=150\text{ м/мин}$ .

**Переход 2.** Сверлить отверстие 12 (рис. 2).

Сверло SD265A-6.006-36-6R1 НМ[14, с. 71],  
где SD265 - тип сверла, 6.006 - диаметр сверла (6,006мм), 36 - глубина  
сверления (36мм), 6 - диаметр хвостовика, R - правое вращение, 1 - тип  
хвостовика (цилиндрический) [14, с. 20] (рис. 12).

Размеры сверла (рис. 10):  $l_2=82\text{мм}$ ,  $l_{1s}=46\text{мм}$ ,  $l_C=36\text{мм}$ ,  $l_6=44\text{мм}$ ,  $dm_m=6\text{мм}$  [14, с. 71].

Рекомендуемые режимы резания:  $f=0,15$  мм/об,  $V_c=80$  м/мин [14, с.129].

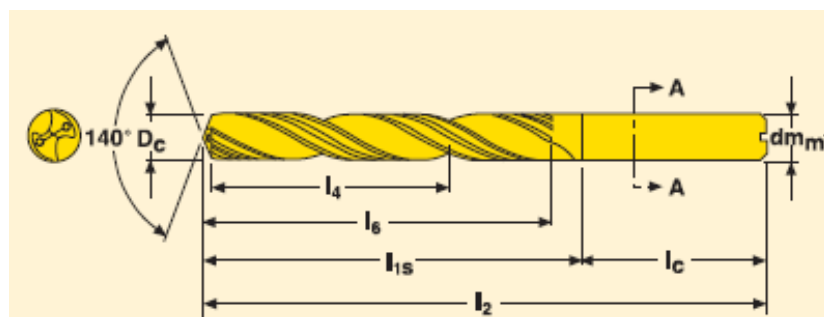


Рисунок 12 - Сверло цельное монолитное

**Переход 3.** Сверлить отверстие 11 предварительно в размер  $\varnothing 13$  (рис. 2).

Сверло SD245A-13.0-56-14R1 НМ [14, с. 70],

Размеры сверла (рис. 12):  $l_2=124\text{мм}$ ,  $l_{1s}=79\text{мм}$ ,  $l_c=45\text{мм}$ ,  $l_6=77\text{мм}$ ,  $dm_m=14\text{мм}$  [14, с. 71].

Рекомендуемые режимы резания:  $f=0,26\text{ мм/об}$ ,  $V_c=80\text{м/мин}$  [14, с.129].

**Переход 4.** Расточить отверстия 10 и 11 предварительно в размеры  $\varnothing 13$  и  $\varnothing 19$  (рис. 2).

Державка токарная внутренняя A08K SCLCL06 (рис. 13) [13, с. 271].

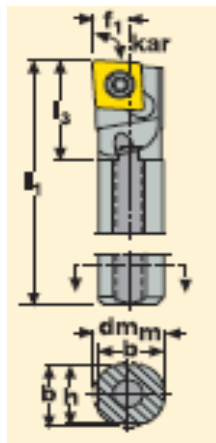


Рисунок 13 - Державка токарная внутренняя

Размеры державки:  $L_1=125\text{мм}$ ,  $f_1=5\text{мм}$ ,  $L_3=12\text{мм}$ ,  $h=7\text{мм}$ ,  $b=7,5\text{мм}$ ,  $dm_m=8\text{мм}$ ,  $D_{\min}=10\text{мм}$  [13, с. 271].

Пластина CCMT 060204-F1 TM4000 [13, с. 345].

Рекомендуемые режимы резания:  $f=0,3\text{ мм/об}$ ,  $V_c=115\text{м/мин}$  [13, с. 53].

## Установ Б

**Переход 1.** Точить торец 3, точить поверхности 2 и 15 предварительно.

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31



Державка токарная наружная MWLNL 2020K08 (рис. 9) [13, с. 244].

Пластина WNMG 080408-M1 883 [13, с. 397].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [13, с. 53]:  $a_{p\max}=4,0\text{мм}$ ,  $f=0,30\text{ мм/об}$ ,  $V_c=105\text{м/мин}$ .

**Переход 2.** Центровать отверстие M12.

Сверло SD265A-6.006-36-6R1 НМ (рис. 12) [14, с. 71].

Рекомендуемые режимы резания:  $f=0,15\text{ мм/об}$ ,  $V_c=80\text{м/мин}$  [14, с.129].

**Переход 3.** Сверлить отверстие M12 предварительно в размер  $\varnothing 10,008$  (рис. 2).

Сверло SD265A-10.008-48-10R1 НМ (рис. 12) [14, с. 71].

Рекомендуемые режимы резания:  $f=0,22\text{ мм/об}$ ,  $V_c=80\text{м/мин}$  [14, с.129].

**Переход 4.** Сверлить отверстие под сферу предварительно в размер  $\varnothing 31$ . Сверло SD502-31-62-32R7 (рис. 14) [14, с. 71].

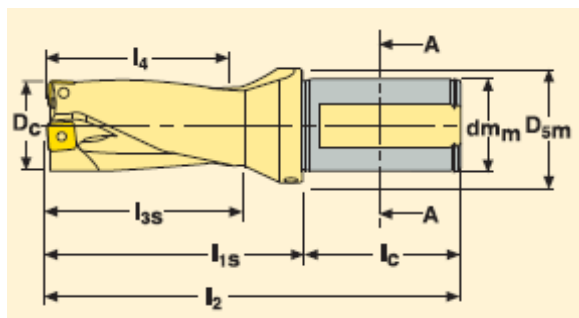


Рисунок 14 - Сверло с СМП

Размеры сверла (рис. 11):  $D_c=31\text{мм}$ ;  $l_2=152\text{мм}$ ,  $l_{1s}=92\text{мм}$ ,  $l_c=60\text{мм}$ ,  $l_4=62\text{мм}$ ,  $l_{3s}=67\text{мм}$ ,  $d_m=32\text{мм}$ ,  $D_{5m}=42\text{мм}$  [14, с. 183].

Центральная СМП SPGX 0903-C1 T400D [14, с. 216].

Периферийная СМП SCGX 09T308-P1 T250D [14, с. 215].

Рекомендуемые режимы резания:  $f=0,12\text{ мм/об}$ ,  $V_c=60\text{м/мин}$  [14, с.218].

**Переход 5.** Точить поверхности 2 и 15 окончательно.

Державка токарная наружная DWJNL 2020K16 (рис. 15) [13, с. 238].

Пластина VNMG 160404-MF4 TS2000 [13, с. 394].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [13, с. 53]:  $a_{p\max}=3,0\text{мм}$ ,  $f=0,20\text{ мм/об}$ ,  $V_c=130\text{м/мин}$ .

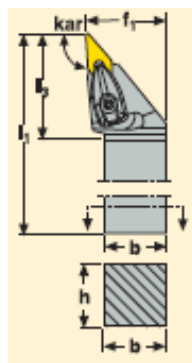


Рисунок 15 - Державка токарная наружная

Размеры державки:  $L_1=125\text{мм}$ ,  $f_1=25\text{мм}$ ,  $L_3=41\text{мм}$   $h=20\text{мм}$ ,  $b=20\text{мм}$  [13, с. 238].

**Переход 6.** Расточить отверстие  $\varnothing 41$ ,  $R16$ , угол  $60^\circ$ ,  $\varnothing 18$ ,  $\varnothing 6$  предварительно и окончательно.

Державка токарная внутренняя A08K SCLCL06 (рис. 13) [13, с. 271].

Пластина CCMT 060204-F1 TM4000 [13, с. 345].

Рекомендуемые режимы резания:  $f=0,3\text{ мм/об}$ ,  $V_c=115\text{м/мин}$  [13, с. 53].

**Переход 7.** Расточить фаску  $1 \times 45^\circ$  в отверстии  $\varnothing 10,4$  и расточить отверстие  $\varnothing 10,4$  под резьбу M12.

Державка токарная внутренняя A08K SCLCL06 (рис. 13) [13, с. 271].

Пластина CCMT 060204-F1 TM4000 [13, с. 345].

Рекомендуемые режимы резания:  $f=0,3\text{ мм/об}$ ,  $V_c=115\text{м/мин}$  [13, с. 53].

**Переход 8.** Точить  $\varnothing 47$ , угол  $60^\circ$ ,  $R2$ ,  $\varnothing 30$  выдерживая размеры 6, 3, 19мм.

Державка токарная L150.10-2020-15 (рис. 16) [13, с. 646].



Рисунок 16 - Державка токарная R150.10-2020-15

Пластина 150.10-4N-14 CP600 [13, с. 649].

Рекомендуемые режимы резания:  $a_p=4,0\text{мм}$ ,  $f=0,1\text{ мм/об}$ ,  
 $V_c=80\text{м/мин}$  [13, с. 642].

**Переход 9.** Точить канавку 1 окончательно.

Державка токарная наружная CEL 2020K10D (рис. 17) [13, с. 618].

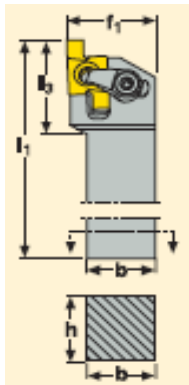


Рисунок 17 - Державка токарная наружная CEL 2020K10D

Размеры державки:  $L_1=125\text{мм}$ ,  $f_1=25\text{мм}$ ,  $L_3=22\text{мм}$   $h=20\text{мм}$ ,  $b=20\text{мм}$  [13, с. 618].

Пластина 14ER 3.0FG CP500 [13, с. 624].

Рекомендуемые режимы резания:  $f=0,1\text{ мм/об}$ ,  $V_c=65\text{м/мин}$  [13, с. 616].

**Переход 10.** Сверлить отверстия 20, 21 предварительно.

Сверло SD203A-3.0-14-6R1 НМ (рис. 12) [14, с. 45].

Размеры сверла (рис. 10):  $l_2=62\text{мм}$ ,  $l_{1s}=26\text{мм}$ ,  $l_c=36\text{мм}$ ,  $l_6=20\text{мм}$ ,  
 $d_{m_6}=6\text{мм}$  [14, с. 45].

Рекомендуемые режимы резания:  $f=0,06\text{ мм/об}$ ,  $V_c=42\text{м/мин}$  [14, с.122].

**Переход 11.** Сверлить 6 отверстий 21 окончательно.

Сверло SD203A-6.5-23-8R1 НМ (рис. 12) [14, с. 45].

Размеры сверла (рис. 10):  $l_2=79\text{мм}$ ,  $l_{1s}=43\text{мм}$ ,  $l_c=36\text{мм}$ ,  $l_6=34\text{мм}$ ,  
 $d_{m_6}=8\text{мм}$  [14, с. 45].

Рекомендуемые режимы резания:  $f=0,12\text{ мм/об}$ ,  $V_c=42\text{м/мин}$  [14, с.122].

**Переход 12.** Сверлить отверстия 20 окончательно.

Сверло SD203A-4.5-18-6R1 НМ (рис. 12) [14, с. 45].

Размеры сверла (рис. 10):  $l_2=66\text{мм}$ ,  $l_{1s}=30\text{мм}$ ,  $l_c=36\text{мм}$ ,  $l_6=24\text{мм}$ ,  
 $d_{m_6}=6\text{мм}$  [14, с. 45].

Рекомендуемые режимы резания:  $f=0,08$  мм/об,  $V_c=42$  м/мин [14, с.122].

**Переход 13.** Нарезать резьбу М12 в отверстии.

Державка токарная внутренняя SHR 0020L09A (рис. 18) [15, с. 40].

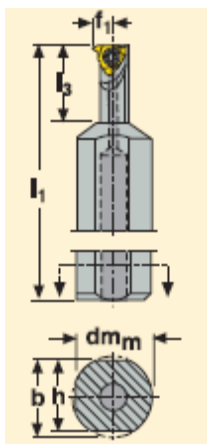


Рисунок 18 - Державка токарная внутренняя SHR 0020L09A

Размеры державки:  $L_1=140$  мм,  $f_1=5,1$  мм,  $L_3=20$  мм  $h=18$  мм,  $b=19$  мм,  $dm_m=20$  мм,  $D_{min}=10,2$  мм [15, с. 40].

Пластина 09NR A55 CP500 [15, с. 55].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу:  $V_c=50$  м/мин [15, с. 15].

**Операция 010. Комплексная на ОЦ с ЧПУ**

**Установ А**

**Переход 1.** Фрезеровать выдерживая размеры 9, 13 (рис. 2).

Фреза торцевая R220.53-0080-09-6A (рис. 19) [16, с. 126].

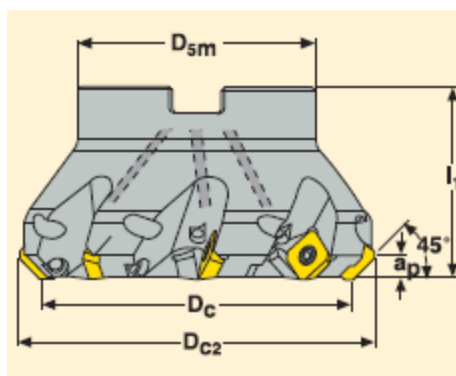


Рисунок 19 - Фреза торцева R220.53

Размеры державки:  $D_c=80$  мм,  $D_{c2}=90$  мм,  $L_1=55$  мм  $a_p=4,5$  мм,  $D_{5m}=90$  мм,  $z=6$  [16, с. 126].

Пластина SEEX 09T3AFN-M04 MM4500 [16, с. 603].

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [16, с. 130-131]:

$f=0,11$  мм/зуб,  $V_c=90$ м/мин.

**Переход 2.** Фрезеровать обнижение 8 (рис. 2).

Фреза торцевая R220.53-0032-09-4А (рис. 19) [16, с. 126].

Размеры державки:  $D_C=32$ мм,  $D_{C2}=42$ мм,  $L_1=40$ мм  $a_p=4,5$ мм,  $D_{5m}=35$ мм,  $z=4$  [16, с. 126].

Пластина SEEX 09T3AFN-M04 MM4500 [16, с. 603].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [16, с. 130-131]:

$f=0,11$  мм/зуб,  $V_c=90$ м/мин.

**Переход 3.** Сверлить отверстия 6, 16, 17 предварительно.

Сверло SD203A-3.0-14-6R1 НМ (рис. 12) [14, с. 45].

Размеры сверла (рис. 10):  $l_2=62$ мм,  $l_{1s}=26$ мм,  $l_C=36$ мм,  $l_6=20$ мм,  $d_{m_m}=6$ мм [14, с. 45].

Рекомендуемые режимы резания:  $f=0,06$  мм/об,  $V_c=42$ м/мин [14, с.122].

**Переход 4.** Сверлить отверстие 6 предварительно в размер  $\varnothing 19,5$ .

Сверло SD203A-19.5-49-20R1 НМ (рис. 12) [14, с. 47].

Размеры сверла (рис. 10):  $l_2=131$ мм,  $l_{1s}=81$ мм,  $l_C=50$ мм,  $l_6=79$ мм,  $d_{m_m}=20$ мм [14, с. 45].

Рекомендуемые режимы резания:  $f=0,20$  мм/об,  $V_c=42$ м/мин [14, с.122].

**Переход 5.** Фрезеровать предварительно и окончательно отверстия 5, 6, 7 (рис. 2).

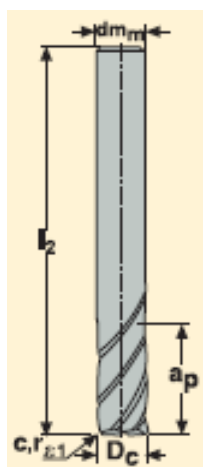


Рисунок 20 - Фреза цельная концевая

Фреза 553L160Z3.0-SIRON-A НМ (рис. 20) [17, с. 43].

Размеры фрезы:  $D_C=16\text{мм}$ ,  $d_{\text{mm}}=16\text{мм}$ ,  $L_2=110\text{мм}$   $a_P=50\text{мм}$ ,  $z=3$  [18, с. 43].

Рекомендуемые режимы резания:  $f=0,055$  мм/зуб,  $V_c=50\text{м/мин}$  [18, с. 51].

**Переход 6.** Сверлить 5 отверстий под резьбу 16, 17 (рис. 2).

Сверло SD203A-5.1-20-6R1 НМ (рис. 12) [14, с. 46].

Размеры сверла (рис. 12):  $l_2=66\text{мм}$ ,  $l_{1s}=30\text{мм}$ ,  $l_C=36\text{мм}$ ,  $l_6=28\text{мм}$ ,  $d_{\text{mm}}=6\text{мм}$  [14, с. 46].

Рекомендуемые режимы резания:  $f=0,085$  мм/об,  $V_c=42\text{м/мин}$  [14, с.122].

**Переход 7.** Обработать фаски для захода резьбы.

Сверло SD203A-9.0-29-10R1 НМ [14, с. 46],

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [14, с. 122]:  $f=0,13$  мм/об,  $V_c=42$  м/мин.

**Переход 8.** Фрезеровать канавку 14 (рис. 2).

Фреза R217.79-1820.0-10-2A (рис. 21) [16, с. 290].

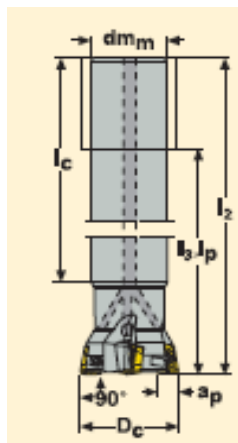


Рисунок 21 - Фреза концевая

Размеры фрезы:  $D_C=20\text{мм}$ ,  $d_{\text{mm}}=18\text{мм}$ ,  $L_2=160\text{мм}$ ,  $L_P=112\text{мм}$ ,  $L_C=130\text{мм}$ ,  $a_P=6\text{мм}$ ,  $z=2$  [16, с. 290].

Пластина ХОМХ 10Т308TR-M09 F40M [16, с. 292].

Рекомендуемые режимы резания:  $f=0,085$  мм/зуб,  $V_c=70$ м/мин [16, с. 292...293].

**Переход 9.** Фрезеровать, выдерживая размеры 18, 19 (рис. 2).

Фреза торцевая R220.53-0080-09-6A (рис. 19) [16, с. 126].

Размеры державки:  $D_C=80$ мм,  $D_{C2}=90$ мм,  $L_1=55$ мм  $a_p=4,5$ мм,  $D_{5m}=90$ мм,  $z=6$  [16, с. 126].

Пластина SEEX 09T3AFN-M04 MM4500 [16, с. 603].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [16, с. 130-131]:  
 $f=0,11$  мм/зуб,  $V_c=90$ м/мин.

**Переход 10.** Фрезеровать правый торец в размер 34мм, фрезеровать лыску под углом  $10^\circ$ .

Фреза торцевая R220.53-0032-09-4A (рис. 19) [16, с. 126].

Размеры державки:  $D_C=32$ мм,  $D_{C2}=42$ мм,  $L_1=40$ мм  $a_p=4,5$ мм,  $D_{5m}=35$ мм,  $z=4$  [16, с. 126].

Пластина SEEX 09T3AFN-M04 MM4500 [16, с. 603].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [16, с. 130-131]:  
 $f=0,11$  мм/зуб,  $V_c=90$ м/мин.

**Переход 11.** Фрезеровать предварительно и окончательно отверстия 10, 11 (рис. 2).

Фреза 553120Z3.0-SIRON-A HM (рис. 21) [18, с. 43].

Размеры фрезы:  $D_C=12$ мм,  $d_{mm}=12$ мм,  $L_2=80$ мм  $a_p=26$ мм,  $z=3$  [18, с. 43].

Рекомендуемые режимы резания:  $f=0,042$  мм/зуб,  $V_c=50$ м/мин [18, с. 51].

**Переход 12.** Сверлить 4 отверстия 22 предварительно.

Сверло SD203A-3.0-14-6R1 (рис. 12) [14, с. 45].

Размеры сверла (рис. 12):  $l_2=62$ мм,  $l_{1s}=26$ мм,  $l_C=36$ мм,  $l_6=20$ мм,  $d_{m_m}=6$ мм [14, с. 45].

Рекомендуемые режимы резания:  $f=0,06$  мм/об,  $V_c=42$ м/мин [14, с.122].

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

**Переход 13.** Сверлить 4 отверстия 22 под резьбу.

Сверло SD203A-8.7-29-10R1 (рис. 12) [14, с. 46].

Размеры сверла (рис. 12):  $l_2=89\text{мм}$ ,  $l_{1s}=49\text{мм}$ ,  $l_c=40\text{мм}$ ,  $l_6=47\text{мм}$ ,  $d_{m_m}=10\text{мм}$  [14, с. 46].

Рекомендуемые режимы резания:  $f=0,13\text{ мм/об}$ ,  $V_c=42\text{м/мин}$  [14, с.122].

**Переход 14.** Обработать фаски в 4-х отверстиях 22.

Сверло SD203A-15-38-16R1 НМ (рис. 12) [14, с. 47].

Размеры сверла (рис. 12):  $l_2=115\text{мм}$ ,  $l_{1s}=67\text{мм}$ ,  $l_c=48\text{мм}$ ,  $l_6=65\text{мм}$ ,  $d_{m_m}=16\text{мм}$  [14, с. 47].

Рекомендуемые режимы резания:  $f=0,18\text{ мм/об}$ ,  $V_c=42\text{м/мин}$  [14, с.122].

**Переход 15.** Фрезеровать резьбу в 5-ти отверстиях 16, 17.

Резьбофреза DTM-M6x1.0 ISO-8R1 НМ (рис. 22) [14, с. 264].

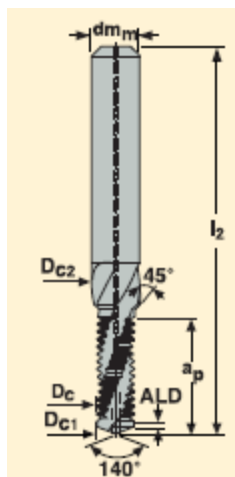


Рисунок 22 - Резьбофреза

Размеры резьбофрезы (рис. 22):  $D_c=4,85\text{мм}$ ,  $D_{c1}=5\text{мм}$ ,  $D_{c2}=6,3\text{мм}$ ,  $l_2=62\text{мм}$ ,  $a_p=14,49\text{мм}$ ,  $d_{m_m}=8\text{мм}$ ,  $z=2$  [14, с. 264].

Рекомендуемые режимы резания:  $f=0,0022\text{ мм/зуб}$ ,  $V_c=39\text{м/мин}$  [14, с.253].

**Переход 16.** Фрезеровать резьбу в 4-х отверстиях 22.

Резьбофреза DTM-M10x1.5ISO-12R1 НМ (рис. 22) [14, с. 264].

Размеры резьбофрезы (рис. 22):  $D_c=8,08\text{мм}$ ,  $D_{c1}=8,5\text{мм}$ ,  $D_{c2}=10,3\text{мм}$ ,  $l_2=79\text{мм}$ ,  $a_p=23,37\text{мм}$ ,  $d_{m_m}=12\text{мм}$ ,  $z=2$  [14, с. 264]. Рекомендуемые режимы резания:  $f=0,0022\text{ мм/зуб}$ ,  $V_c=39\text{м/мин}$  [14, с.253]. Для операций элементы

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



режима резания определим по каталогу фирмы «SECO», а результаты занесем в таблицу 10.

Таблица 10 - Элементы режима резания по операциям

Наименование операции, перехода, позиции	t, мм	So, мм/об	Sm, мм/мин	n, об/мин	V, м/мин
<b>Операция 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ</b>					
<b>Установ А</b>					
Переход 1	2,5/3,1	0,30	179	597	150
	1,95	0,21	125	597	150
Переход 2	3,0	0,15	637	4246	80
Переход 3	3,35	0,26	522	2006	80
Переход 4	3,15	0,30	578	1928	115
<b>Установ Б</b>					
Переход 1	2,5	0,30	143	478	105
Переход 2	3,0	0,15	637	4246	80
Переход 3	2,0	0,22	561	2548	80
Переход 4	10,5	0,12	74	616	60
Переход 5	0,20	0,20	118	591	130
Переход 6	3,5	0,35	313	893	115
	1,5	0,30	268	893	115
Переход 7	0,20	0,30	1056	3522	115
Переход 8	4,0	0,10	85	849	80
Переход 9	4,0	0,10	46	460	65
Переход 10	1,5	0,06	268	4459	42
Переход 11	1,75	0,12	247	2058	42
Переход 12	0,75	0,08	238	2972	42
Переход 13	0,80	1,75	2322	1327	50
<b>Операция 010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ</b>					
<b>Установ А</b>					
Переход 1	4,5	0,66	236	358	90
Переход 2	2,75	0,44	394	896	90
Переход 3	1,5	0,06	268	446	42
Переход 4	8,25	0,20	137	686	42
Переход 5	2,2	0,165	164	995	50
Переход 6	1,05	0,085	223	2623	42
Переход 7	1,0	0,13	193	1486	42
Переход 8	0,25	0,17	189	1115	70
Переход 9	4,5	0,66	236	358	90
Переход 10	0,4	0,44	394	896	90
Переход 11	4,25	0,126	167	1327	50
Переход 12	1,5	0,06	268	446	42
Переход 13	2,35	0,13	200	1537	42
Переход 14	1,5	0,18	161	892	42
Переход 15	0,65	0,0044	11	2561	39
Переход 16	0,65	0,0044	6,5	1461	39

### 1.2.6. Расчет технических норм времени

В серийном производстве норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле [7, с. 99]:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{T_{п-з}}{n} + t_o + t_B + t_{об} + t_{от}, \quad (11)$$

где  $T_{п-з}$  - подготовительно-заключительное время, мин.;

$T_{шт}$  - штучное время на операцию, мин.;

$n$  - количество деталей в партии,  $n=9$  шт;

$t_o$  - основное время, мин.;

$t_B$  - вспомогательное время, мин.;

$t_{об}$  - время на обслуживание рабочего места, мин.;

$t_{от}$  - время перерывов на отдых и личные надобности, мин.

Вспомогательное время определяется по формуле [7, с. 99]:

$$t_B = t_{yc} + t_{з.о} + t_{уп} + t_{из}, \quad (12)$$

где  $t_{yc}$  - время на установку и снятие детали, мин.;

$t_{з.о}$  - время на закрепление и открепление детали, мин.;

$t_{уп}$  - время на приемы управления, мин.;

$t_{изм}$  - время на измерение детали, мин.

Время обслуживания рабочего времени определяется по формуле [7, с. 99]:

$$t_{об} = t_{тех} + t_{орг}, \quad (13)$$

где  $t_{тех}$  - время на техническое обслуживание, мин.;

$t_{орг}$  - время на организационное обслуживание, мин.;

Основное время [7, с. 100]:

$$t_o = \frac{1}{S_m} \cdot i, \quad (14)$$

где  $\ell$  - расчетная длина, мм.;

$i$  - число рабочих ходов.

Расчетная длина [7, с. 101]:

$$l = l_o + l_{вр} + l_{пер}, \quad (15)$$

где  $\ell_o$  - длина обработки поверхности, мм.;

$\ell_{вр}$  - величина врезания инструмента, мм.;

$\ell_{пер}$  - величина перебега, мм.

Определим  $T_{ш-к}$  на операции 005 Токарная с ЧПУ и 010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ.

### **Операция 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ Установ А**

Переход 1. Точить правый торец, точить поверхности 9, 13, 18 и 19 предварительно и окончательно в размер  $\varnothing 80$ мм.

Длина обрабатываемой поверхности:  $\ell_o = 103$ мм.

Величина врезания и перебега [7, с. 95]:

$$\ell_{вр} + \ell_{пер} = 7 \text{ мм.}$$

Тогда:

$$\ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 103 + 7 = 110 \text{ мм.}$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{O1} = \frac{110}{179} = 0,61 \text{ мин}$$

Переход 2. Сверлить отверстие 12.

$$\ell_o = 25,5 \text{ мм, } \ell_{вр} + \ell_{пер} = 3,5 \text{ мм, } \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 25,5 + 3,5 = 29 \text{ мм.}$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{O2} = \frac{29}{637} = 0,05 \text{ мин}$$

Переход 3. Сверлить отверстие 11 предварительно в размер  $\varnothing 12,7$ .

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$\ell_o = 18,5\text{мм}$ ,  $\ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 4\text{мм}$ ,  $\ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 18,5 + 4 = 22,5\text{мм}$ .

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{O3} = \frac{22,5}{522} \cdot 1 = 0,04\text{мин}$$

Переход 4. Расточить отверстия 10 и 11 предварительно в размеры Ø13 и Ø19.

$\ell_o = 21,5\text{мм}$ ,  $\ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 4,3\text{мм}$ ,  $\ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 21,5 + 4,3 = 25,8\text{мм}$ .

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{O4} = \frac{25,8}{578} \cdot 1 = 0,04\text{мин}$$

Общее машинное время на установе А:

$$t_{OA} = 0,61 + 0,05 + 0,04 + 0,04 = 0,74\text{мин}$$

### Установ Б

Переход 1. Точить торец 3, точить поверхности 2 и 15 предварительно.

Длина обрабатываемой поверхности:  $\ell_o = 71\text{мм}$ .

Величина врезания и перебега [7, с. 95]:  $\ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 6,4\text{мм}$ .

Тогда:

$$\ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 71 + 6,4 = 77,4\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{O1} = \frac{77,4}{143} = 0,54\text{мин}$$

Переход 2. Центровать отверстие М12.

Длина обрабатываемой поверхности:  $\ell_o = 5\text{мм}$ .

Величина врезания и перебега [7, с. 95]:  $\ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 2,8\text{мм}$ .

Тогда:

$$\ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 5 + 2,8 = 7,8\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{O2} = \frac{7,8}{637} = 0,01\text{мин}$$

Переход 3. Сверлить отверстие М12 предварительно в размер Ø10,008.

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$\ell_o = 48,3\text{мм}$ ,  $\ell_{вр} + \ell_{пер} = 3,2\text{мм}$ ,  $\ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 48,3 + 3,2 = 51,5\text{мм}$ .

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{O3} = \frac{51,5}{561} = 0,09\text{мин}$$

Переход 4. Сверлить внутреннюю сферу предварительно в размер  $\varnothing 31$ .

$\ell_o = 18\text{мм}$ ,  $\ell_{вр} + \ell_{пер} = 7,2\text{мм}$ ,  $\ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 18 + 7,2 = 25,2\text{мм}$ .

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{O4} = \frac{25,2}{74} \cdot 1 = 0,34\text{мин}$$

Переход 5. Точить поверхности 2 и 15 окончательно.

$\ell_o = 46,5\text{мм}$ ,  $\ell_{вр} + \ell_{пер} = 5,2\text{мм}$ ,  $\ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 46,5 + 5,2 = 51,7\text{мм}$ .

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{O5} = \frac{51,7}{118} \cdot 1 = 0,44\text{мин}$$

Переход 6. Расточить отверстие  $\varnothing 41$ , R16, угол  $60^\circ$ ,  $\varnothing 18$ ,  $\varnothing 6$  предварительно и окончательно.

$\ell_o = 39,7\text{мм}$ ,  $\ell_{вр} + \ell_{пер} = 4,6\text{мм}$ ,  $\ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 39,7 + 4,6 = 44,3\text{мм}$ .

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{O6} = \frac{44,3}{313} + \frac{44,3}{268} = 0,31\text{мин}$$

Переход 7. Расточить фаску  $1 \times 45^\circ$  в отверстиях  $\varnothing 10,4$  и расточить отверстие  $\varnothing 10,4$  под резьбу M12.

$\ell_o = 27,9\text{мм}$ ,  $\ell_{вр} + \ell_{пер} = 3,8\text{мм}$ ,  $\ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 27,9 + 3,8 = 31,7\text{мм}$ .

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{O7} = \frac{31,7}{1056} \cdot 1 = 0,03\text{мин}$$

Переход 8. Точить  $\varnothing 47$ , угол  $60^\circ$ , R2,  $\varnothing 30$  выдерживая размеры 6, 3, 19мм.

$\ell_o = 125,4\text{мм}$ ,  $\ell_{вр} + \ell_{пер} = 14,7\text{мм}$ ,  $\ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 125,4 + 14,7 = 140,1\text{мм}$ .

Число проходов равно  $i=1$ .

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$t_{08} = \frac{140,1}{85} = 1,65 \text{мин}$$

Переход 9. Точить канавку 1 окончательно.

$$\ell_o = 7,2 \text{мм}, \ell_{вр} + \ell_{пер} = 3,9 \text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 7,2 + 3,9 = 11,1 \text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{09} = \frac{11,1}{46} \cdot 1 = 0,24 \text{мин}$$

Переход 10. Сверлить отверстия 20, 21 предварительно.

$$\ell_o = 3,5 \text{мм}, \ell_{вр} + \ell_{пер} = 2,4 \text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 3,5 + 2,7 = 6,2 \text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=7$ .

$$t_{010} = \frac{6,2}{268} \cdot 7 = 0,16 \text{мин}$$

Переход 11. Сверлить 6 отверстий 21 окончательно.

$$\ell_o = 6,0 \text{мм}, \ell_{вр} + \ell_{пер} = 3,8 \text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 6,0 + 3,8 = 9,8 \text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=6$ .

$$t_{011} = \frac{9,8}{247} \cdot 6 = 0,24 \text{мин}$$

Переход 12. Сверлить отверстие 20 окончательно.

$$\ell_o = 6,0 \text{мм}, \ell_{вр} + \ell_{пер} = 3,1 \text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 6 + 3,1 = 9,1 \text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{012} = \frac{9,1}{238} \cdot 1 = 0,04 \text{мин}$$

Переход 13. Нарезать резьбу М12 в отверстиях.

$$\ell_o = 22 \text{мм}, \ell_{вр} + \ell_{пер} = 6,1 \text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 22 + 6,1 = 28,1 \text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{013} = \frac{28,1}{2322} \cdot 1 = 0,02 \text{мин}$$

Общее машинное время на установке Б:

$$t_{0Б} = 0,54 + 0,01 + 0,09 + 0,34 + 0,44 + 0,31 + 0,03 + \\ + 1,65 + 0,24 + 0,16 + 0,24 + 0,04 = 4,09 \text{мин}$$

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Общее машинное время на операции:

$$t_O = 0,74 + 4,09 = 4,83 \text{ мин}$$

Определим элементы вспомогательного времени [7, с. 98]:

$$t_{yc}=2,02 \text{ мин; } t_{yn}=9,12 \text{ мин; } t_{изм}=9,21 \text{ мин.}$$

$$t_B = 2,02+9,12+9,21=20,35 \text{ мин.}$$

Оперативное время [7, с. 101]:

$$t_{OP} = t_O + t_B = 4,83 + 20,35 = 25,18 \text{ мин}$$

Время технического обслуживания [7, с. 102]:

$$t_{tex} = \frac{6 \cdot t_{OP}}{100} = \frac{6 \cdot 25,18}{100} = 1,51 \text{ мин}$$

Время организационного обслуживания [7, с. 102]:

$$t_{орг} = \frac{8 \cdot t_{OP}}{100} = \frac{8 \cdot 25,18}{100} = 2,01 \text{ мин}$$

Время на отдых [7, с. 102]:

$$t_{от} = \frac{2,5 \cdot t_{оп}}{100} = \frac{2,5 \cdot 25,18}{100} = 0,63 \text{ мин}$$

Штучное время:

$$T_{шт} = 25,18 + 1,51 + 2,01 + 0,63 = 29,33 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время [7, с. 216-217]:

$$T_{пз} = 19 \text{ мин}$$

Тогда:

$$T_{шт-к} = \frac{19}{9} + 29,33 = 31,44 \text{ мин}$$

### **Операция 010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ**

#### **Установ А**

Переход 1. Фрезеровать выдерживая размеры 9, 13.

$$\ell_o = 55\text{мм, } \ell_{вр} + \ell_{пер} = 85\text{мм, } \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 55 + 85 = 140\text{мм.}$$

Число проходов равно  $i=2$ .

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$t_{O1} = \frac{140}{236} \cdot 2 = 1,19 \text{ мин}$$

Переход 2. Фрезеровать обнижение 8.

$$\ell_o = 86\text{мм}, \ell_{вр} + \ell_{пер} = 35\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 86 + 35 = 121 \text{ мм.}$$

Число проходов равно  $i=3$ .

$$t_{O2} = \frac{121}{394} \cdot 3 = 0,92 \text{ мин}$$

Переход 3. Сверлить отверстия 6, 16, 17 предварительно.

$$\ell_o = 3,5\text{мм}, \ell_{вр} + \ell_{пер} = 2,8\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 3,5 + 2,8 = 6,3\text{мм.}$$

Число проходов равно  $i=5$ .

$$t_{O3} = \frac{6,3}{268} \cdot 5 = 0,12 \text{ мин}$$

Переход 4. Сверлить отверстие 6 предварительно в размер  $\varnothing 19,5$ .

$$\ell_o = 46\text{мм}, \ell_{вр} + \ell_{пер} = 4,5\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 46 + 4,5 = 50,5\text{мм.}$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{O4} = \frac{50,5}{137} = 0,37 \text{ мин}$$

Переход 5. Фрезеровать предварительно и окончательно отверстия 5, 6,

7.

$$\ell_o = 221\text{мм}, \ell_{вр} + \ell_{пер} = 14,2\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 221 + 14,2 = 235,2\text{мм.}$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{O5} = \frac{235,2}{164} = 1,43 \text{ мин}$$

Переход 6. Сверлить 5 отверстий под резьбу 16, 17.

$$\ell_o = 15\text{мм}, \ell_{вр} + \ell_{пер} = 3,1\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 15 + 3,1 = 18,1\text{мм.}$$

Число проходов равно  $i=5$ .

$$t_{O6} = \frac{18,1}{223} \cdot 5 = 0,41 \text{ мин}$$

Переход 7. Обработать фаски для захода резьбы.

$$\ell_o = 3\text{мм}, \ell_{вр} + \ell_{пер} = 2,5\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 3 + 2,5 = 5,5\text{мм.}$$

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Число проходов равно  $i=5$ .

$$t_{07} = \frac{5,5}{193} \cdot 5 = 0,14 \text{ мин}$$

Переход 8. Фрезеровать канавку 14.

$$\ell_o = 76,9\text{мм}, \ell_{вр} + \ell_{пер} = 10,2\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 76,9 + 10,2 = 87,1 \text{ мм.}$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{08} = \frac{87,1}{189} = 0,46 \text{ мин}$$

Переход 9. Фрезеровать габарит, выдерживая размеры 18, 19.

$$\ell_o = 50\text{мм}, \ell_{вр} + \ell_{пер} = 85\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 50 + 85 = 135\text{мм.}$$

Число проходов равно  $i=2$ .

$$t_{09} = \frac{135}{236} \cdot 2 = 1,14 \text{ мин}$$

Переход 10. Фрезеровать правый торец в размер 34мм, фрезеровать лыску под углом  $10^\circ$ .

$$\ell_o = 105,6\text{мм}, \ell_{вр} + \ell_{пер} = 38\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 105,6 + 38 = 143,6\text{мм.}$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{010} = \frac{143,6}{394} = 0,36 \text{ мин}$$

Переход 11. Фрезеровать предварительно и окончательно отверстия 10, 11.

$$\ell_o = 138\text{мм}, \ell_{вр} + \ell_{пер} = 15,2\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 138 + 15,2 = 153,2\text{мм.}$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{011} = \frac{153,2}{167} = 0,92 \text{ мин}$$

Переход 12. Сверлить 4 отверстия 22 предварительно.

$$\ell_o = 3,5\text{мм}, \ell_{вр} + \ell_{пер} = 2,3\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 3,5 + 2,3 = 5,8\text{мм.}$$

Число проходов равно  $i=4$ .

$$t_{012} = \frac{5,8}{268} \cdot 4 = 0,09 \text{ мин}$$

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Переход 13. Сверлить 4 отверстия 22 под резьбу.

$$\ell_o = 12\text{мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 4,5\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 12 + 4,5 = 16,5\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=4$ .

$$t_{O13} = \frac{16,5}{200} \cdot 4 = 0,33 \text{ мин}$$

Переход 14. Обработать фаски в 4-х отверстиях 22.

$$\ell_o = 3\text{мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 2,5\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 3 + 2,5 = 5,5\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=4$ .

$$t_{O14} = \frac{5,5}{161} \cdot 4 = 0,14 \text{ мин}$$

Переход 15. Фрезеровать резьбу в 5-ти отверстиях 16, 17.

$$\ell_o = 5,9\text{мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 5,1\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 5,9 + 5,1 = 11\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=5$ .

$$t_{O15} = \frac{11}{11} \cdot 5 = 4 \text{ мин}$$

Переход 16. Фрезеровать резьбу в 4-х отверстиях 22.

$$\ell_o = 5,7\text{мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 5\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 5,7 + 5 = 10,7\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=4$ .

$$t_{O16} = \frac{10,7}{6,5} \cdot 4 = 6,6 \text{ мин}$$

Общее машинное время:

$$t_O = 1,19 + 0,92 + 0,12 + 0,37 + 1,43 + 0,41 + 0,14 + 0,46 + 1,14 + \\ + 0,36 + 0,92 + 0,09 + 0,33 + 0,14 + 4,0 + 6,6 = 18,62 \text{ мин}$$

Определим элементы вспомогательного времени [7, с. 98]:

$$t_{\text{ус}} = 1,12 \text{ мин}; t_{\text{уп}} = 7,26 \text{ мин}; t_{\text{изм}} = 11,2 \text{ мин}.$$

$$t_B = 1,12 + 7,26 + 11,2 = 19,58 \text{ мин}.$$

Оперативное время [7, с. 101]:

$$t_{\text{оп}} = t_O + t_B = 18,62 + 19,58 = 38,2 \text{ мин}$$

Время технического обслуживания [7, с. 102]:

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$t_{\text{тех}} = \frac{6 \cdot t_{\text{оп}}}{100} = \frac{6 \cdot 38,2}{100} = 2,29 \text{ мин}$$

Время организационного обслуживания [7, с. 102]:

$$t_{\text{орг}} = \frac{8 \cdot t_{\text{оп}}}{100} = \frac{8 \cdot 38,2}{100} = 3,06 \text{ мин}$$

Время на отдых [7, с. 102]:

$$t_{\text{от}} = \frac{2,5 \cdot t_{\text{оп}}}{100} = \frac{2,5 \cdot 38,2}{100} = 0,96 \text{ мин}$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 38,2 + 2,29 + 3,06 + 0,96 = 44,51 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время [7, с. 216-217]:

$$T_{\text{пз}} = 25 \text{ мин}$$

Тогда:

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{25}{9} + 44,51 = 47,3 \text{ мин}$$

### 1.3. Разработка управляющей программы для технологической операции обработки детали «Кран подачи топлива»

Проектируемый технологический процесс механической обработки детали «Кран подачи топлива» предполагает использование токарно-фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ модели DMG STX 310. Данный станок оснащен системой ЧПУ Siemens.

Системы ЧПУ Sinumerik выпускаются для широкого ряда станков с ЧПУ. Эти системы ЧПУ имеют широкий ряд опций для различных областей применения, от мелких мастерских до крупных предприятий аэрокосмической промышленности. Модель 840D обеспечивает максимально возможную производительность и гибкость при любых типах обработки, в том числе и на сложных многоосевых системах. Программное ядро системы ЧПУ (VNCK) позволяет производить расширенную симуляцию обработки на станке в NX CAM или на виртуальных станках.

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

NX CAM обеспечивает расширенные возможности программирования, соответствующие широким возможностям систем ЧПУ Sinumerik. Для того чтобы постпроцессор обеспечивал оптимизированный вывод для систем ЧПУ Sinumerik в таких областях, как высокоскоростное резание или 5-осевая обработка, NX CAM сочетает автоматически выбираемые и пользовательские параметры.

Программное ядро VNCK, поставляемое с NX CAM в качестве дополнения, обеспечивает управляемое системой ЧПУ симуляцию для выполнения полной проверки программ и обеспечения точной оценки времени обработки. NX предлагает различные шаблоны постпроцессора и проверенные постпроцессоры, подходящие для широкого ряда станков с системами ЧПУ Sinumerik.

Данная система ЧПУ имеет простое, ориентированное на пользователя управление, которое позволяет достаточно быстро составлять программы и обладает следующими возможностями:

- программирование возможно непосредственно на ЧПУ или на внешних носителях (CAD/CAM);
- фрезерные циклы: круговые карманы, прямоугольные карманы, изогнутые карманы, плоское фрезерование;
- циклы сверления: простое сверление, сверление с выдержкой по времени, сверление глубоких отверстий, нарезание резьбы метчиком;
- высверливание рисунков: ряды отверстий, отверстия по кругу /сегменту, свободное позиционирование отверстия, прямоугольник/параллелограмм.

Запись информации в УП осуществляется по определенным правилам, которые указывают, как записывать информацию в каждом кадре УП, а также правила записи слов внутри каждого кадра.

В дипломном проекте управляющую программу разработаем на 005 операцию «Токарная с ЧПУ» установ А. Операция состоит из четырех переходов:

1. Точить торец, точить поверхности 9, 13, 18 и 19 предварительно в размер Ø80мм.

2. Сверлить отверстие 12.

3. Сверлить отверстие 11 предварительно в размер Ø13.

4. Расточить отверстие 10 предварительно в размер Ø19.

Для разработки управляющей программы необходимо:

- выбрать инструмент;
- выбрать режимы резания;
- спроектировать траекторию движения инструмента;
- определить координаты опорных точек.

Выбор режущего инструмента приведен в главе 1.2.5.2.

Траектория движения инструмента и таблица координат опорных точек приведены на плакате 1. Инструментам присвоим номера T1...T4.

Управляющая программа для операции 005 Установ А представлена в таблице 11.

Таблица 11 - Управляющая программа для операции 005 (Установ А)

Кодирование информации, содержание кадра	Содержание кадра УП
1	2
N015 T1 D1; ----- TOREC + NARUGA -----	Выбор резца, наименование подпрограммы
N020 M41	Указание включения первой ступени редуктора
N025 S100 M3	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя по часовой стрелке
N030 G90 G0 G54 X91 Z50	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, ускоренное перемещение в точку с указанными координатами
N035 G96 S155 LIMS=500	Постоянная скорость резания
N040 Z0	Движение к заданным координатам
N045 M7	Включение СОЖ
N050 G1 X-1 F0.30	Движение к заданным координатам на рабочей подаче

Продолжение таблицы 11

1	2
N055 G0 X83.8 Z3	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
N060 G1 Z-56 F0.3	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
N065 X91	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
N070 G0 Z3	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
N075 X79.9	Включение коррекции радиуса, подвод к точке с коррекцией радиуса
N080 G1 Z-56 F0.21	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
N085 X91	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
N090 G0 G40 Z50	Выключение коррекции радиуса инструмента, перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
N095 G97	Отмена функции постоянной скорости резания
N100 M9M5	Останов шпинделя, отключение подачи СОЖ
N105 G500X0Z0	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами, отключение устанавливаемого смещения нулевой точки
N110 T2 D1; ---- CENTROVKA -- ---	Выбор сверла, наименование подпрограммы
N115 G96 S2=80 M2=3	Постоянная скорость резания, вращение привода инструмента по часовой стрелке
N120 G90 G0 G54 X0 Z2.5	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, ускоренное перемещение в точку с указанными координатами
N125 M7	Включение СОЖ
N130 G1 Z-28 F0.15	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
N135 G0 Z2.5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.745 ПЗ

Лист

53

Продолжение таблицы 11

1	2
N140 M9M2=5	Отключение подачи СОЖ, выключение оборотов приводного инструмента
N145 G0G500X0Z0	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами, отключение устанавливаемого смещения нулевой точки
N150 T3 D1; ----- SVERLENIE ----- -	Выбор сверла, наименование подпрограммы
N155 G96 S2=80 M2=3	Постоянная скорость резания, вращение привода инструмента по часовой стрелке
N160 G90 G0 G54 X0 Z2.5	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, ускоренное перемещение в точку с указанными координатами
N165 M7	Включение СОЖ
N170 G1 Z-20.5 F0.26	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
N175 G0 Z2.5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
N180 M9M2=5	Отключение подачи СОЖ, выключение оборотов приводного инструмента
N185 G0G500X0Z0	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами, отключение устанавливаемого смещения нулевой точки
N190 T4 D1; ----- OTVERSTIE -----	Выбор резца, наименование подпрограммы
N195 M41	Указание включения первой ступени редуктора
N200 S100 M3	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя по часовой стрелке
N205 G90 G0 G54 X19 Z50	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, ускоренное перемещение в точку с указанными координатами
N210 G96 S115 LIMS=300	Постоянная скорость резания
N215 G1 Z2.5 F5	Движение к заданным координатам на рабочей подаче

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.745 ПЗ

Лист

54

## Окончание таблицы 11

1	2
N220 M7	Включение СОЖ
N225 Z-13,5 F0.30	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
N230 X12	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
N235 G0 Z2.5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
N240 G97	Отмена функции постоянной скорости резания
N245 M9M5	Останов шпинделя, отключение подачи СОЖ
N250 G0G500X0Z0	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами, отключение устанавливаемого смещения нулевой точки
N255 M2	Конец программы

Управляющая программа на остальные переходы представлена в приложении В.



## 2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

В данном дипломном проекте производится разработка технологического процесса детали «Кран подачи топлива» на участке механической обработки в условиях среднесерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 240 штук в год.

Разработанный технологический процесс обеспечивает технико-экономические показатели выпуска продукции высокого качества, максимальное использование обрабатывающего центра (ОЦ) с ЧПУ, применение стандартных приспособлений.

В экономической части проекта будет произведен расчет капитальных затрат и определение себестоимости изготовления детали по одному варианту, целью анализа является определение вложений в изготовление детали «Кран подачи топлива».

По проектируемому варианту применяем токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ модели DMG CTX 310 и обрабатывающий центр с ЧПУ модели Hermle C30U, режущий инструмент фирмы «Seco». Оба станка позволяют выполнить обработку детали «Кран подачи топлива».

### 2.2. Расчет капитальных затрат

Определяем размер капитальных вложений по формуле [12]:

$$K = K_{об} + K_{прс}, \quad (16)$$

где  $K_{об}$  - капитальные вложения в оборудование, руб.;

$K_{про}$  - капитальные вложения в программное обеспечение, руб.; т.к. предприятие располагает оборудованием для программирования станков с ЧПУ, то затрат на программное обеспечение нет.

*Определяем количество технологического оборудования.*

Количество технологического оборудования рассчитываем по

формуле [12]:

$$g = \frac{t \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{BH} \cdot k_3}, \quad (17)$$

где  $t$  - штучно-калькуляционное время операции, ч.;

$N_{год}$  - годовая программа производства деталей, по разрабатываемому варианту  $N_{год}=240$  шт.;

$F_{об}$  - действительный фонд времени работы оборудования, ч.;

$k_{BH}$  - коэффициент выполнения норм времени,  $k_{BH} = 1,02$ ;

$k_3$  - нормативный коэффициент загрузки оборудования, для серийного производства,  $k_3 = 0,75 \div 0,85$ .

Рассчитываем действительный годовой фонд времени работы оборудования по формуле [12]:

$$F_{об} = F_n \left( 1 - \frac{K_p}{100} \right) \quad (18)$$

где  $F_n$  - номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч.;

$K_p$  - потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год:

365 - календарное количество дней;

118 - количество выходных и праздничных дней;

247 - количество рабочих дней, из них: 6 - сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 241 - рабочие дни продолжительностью 8 ч.

Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при трёхсменной работе (ОЦ с ЧПУ):

$$F_n = 1970 \cdot 3 = 5910 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 9% для ОЦ с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно

формулы (18), составляет:

$$F_{об} = 5910 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5378 \text{ ч.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени согласно раздела 1.2.6 по формуле (17). Данные по расчетам сводим в таблицу 12.

$$C_{СТХ310} = \frac{0,52 \cdot 240}{5378 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,03$$

$$C_{С30U} = \frac{0,79 \cdot 240}{5378 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,04$$

После расчета всех операций значений ( $T_{шт. (ш-к)}$ ) и ( $C_p$ ) устанавливаем принятое число рабочих мест ( $C_{п}$ ), округляя для ближайшего целого числа полученное значение ( $C_p$ ) [12].

Таблица 12 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по проектируемому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ( $T_{шт. (ш-к)}$ ), ч.	Расчетное количество станков, $C_p$	Принимаемое количество станков, $C_{п}$	Кз.ф.
СТХ310	0,52	0,03	1	0,03
С30U	0,79	0,04	1	0,04
	$\Sigma T_{шт. (ш-к)} = 1,31$	0,16	$\Sigma C_{п} = 2$	

*Определений капитальных вложений в оборудование.*

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 13.

Таблица 13 - Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.				Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
Токарный с ЧПУ	СТХ310	1	20,7	20,7	25163,5	-	-	-	25163,5
ОЦ с ЧПУ	С30U	1	20	20	35126,4	-	-	-	35126,4
Итого		1		40,7					60289,9

Капитальные вложения в оборудование ( $K_{об}$ ) с учётом загрузки станков составляют:  $0,03 \cdot 25163,5 + 0,04 \cdot 35126,4 = 2159,9$  т. руб.

### 2.3. Расчет технологической себестоимости детали

Текущие затраты на обработку детали рассчитываются только по тем статьям затрат, которые изменяются в сравниваемых вариантах.

В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле [12]:

$$C = Z_{зп} + Z_{э} + Z_{об} + Z_{осн} + Z_{и}, \quad (19)$$

где  $Z_{зп}$  - затраты на заработную плату, руб.;

$Z_{э}$  - зарплата на технологическую энергию, руб.;

$Z_{об}$  - затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, руб.;

$Z_{осн}$  - затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, руб.;

$Z_{и}$  - затраты на малоценный инструмент, руб.

*Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали.*

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [12]:

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_{н} + Z_{к} + Z_{тр}, \quad (20)$$

где  $Z_{\text{пр}}$  - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих, руб.;

$Z_{\text{н}}$  - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, руб.;

$Z_{\text{к}}$  - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, руб.;

$Z_{\text{тр}}$  - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, руб.

Численность станочников вычисляем по формуле [12]:

$$Ч_{\text{ст}} = \frac{t \cdot N_{\text{год}} \cdot k_{\text{мн}}}{F_{\text{р}}}, \quad (21)$$

где  $F_{\text{р}}$  - действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, 1970 ч.;

$k_{\text{мн}}$  - коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,  $k_{\text{мн}}=1$ ;

$t$  - штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{\text{год}}$  - годовая программа выпуска деталей, по обоим вариантам

$N_{\text{год}} = 240$  шт.

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год:

365 - календарное количество дней;

118 - количество выходных и праздничных дней;

247 - количество рабочих дней, из них: 6 - сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч;

241 - рабочие дни продолжительностью 8 ч;

потери: 28 - отпуск очередной, 2 - потери по больничному листу, 6 - прочие; итого потерь - 36 дней).

Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1682 ч.

Принимаем заработную плату производственных рабочих и

рассчитываем численность рабочих по формуле (21).

Результаты вычислений сводим в таблицу 14.

Таблица 14 - Затраты на заработную плату станочников по проектируемому варианту

Наименование операции	Раз-ряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч.	Заработная плата, руб.	Численность станочников, чел.
Токарная с ЧПУ	3	128,5	0,52	66,8	0,07
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	3	128,5	0,79	101,5	0,11
Итого				168,3	0,18

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$З_{\text{ЗП}} = 168,3 \cdot 240 = 40392 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{МН}} = 1; K_{\text{доп}} = 1,16; K_{\text{р}} = 1,15.$$

$$З_{\text{ЗП}} = 40392 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 53882,9 \text{ руб.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [12]:

$$З_{\text{всп}} = \frac{C_T^{\text{всп}} \cdot F_{\text{р}} \cdot Ч_{\text{всп}} \cdot K_{\text{доп}} \cdot K_{\text{р}}}{N_{\text{год}}}, \quad (22)$$

где  $F_{\text{р}}$  - действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$N_{\text{год}}$  - годовая программа выпуска деталей,  $N_{\text{год}} = 240$  шт.;

$K_{\text{р}}$  - районный коэффициент,  $K_{\text{р}} = 1,2$ ;

$K_{\text{доп}}$  - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,  $K_{\text{доп}} = 1,23$ ;

$C_T^{\text{всп}}$  - часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, руб.;

$Ч_{\text{всп}}$  - численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, руб.

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле [12]:

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{g_n \cdot n}{H}, \quad (23)$$

где  $g_{\text{п}}$  - расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет  $g_{\text{п}} = 0,07$  шт.;

$n$  - число смен работы оборудования,  $n = 3$ ;

$H$  - число станков, обслуживаемых одним наладчиком,  $H = 8$  шт.

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{0,07 \cdot 3}{8} = 0,03 \text{ чел.}$$

Аналогично определим численность электронщиков, при условии обслуживания электронщиком 5-ти станков:

$$Ч_{\text{элек}} = \frac{0,07 \cdot 3}{5} = 0,04 \text{ чел.}$$

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность контролеров - 7% от числа станочников, отсюда:

$$Ч_{\text{трансп.}} = 0,05 \cdot 0,18 = 0,01 \text{ чел.};$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 0,07 \cdot 0,18 = 0,01 \text{ чел.}$$

По формуле (22) произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{\text{нал}} = \frac{91,3 \cdot 1685 \cdot 0,03 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{240} = 28,4 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{81,9 \cdot 1685 \cdot 0,01 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{240} = 8,5 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{контр.}} = \frac{75,4 \cdot 1685 \cdot 0,01 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{240} = 7,8 \text{ руб.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящуюся на одну деталь, сводим в таблицу 15.

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 15 - Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Наладчик	91,3	0,03	28,4
Транспортный рабочий	81,9	0,01	8,5
Электронщик	95,4	0,04	39,5
Контролер	75,4	0,01	7,8
Итого		0,09	84,2

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 84,2 \cdot 240 = 20208 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (20):

$$З_{зп} = 53882,9 + 20208 = 74090,9 \text{ руб.}$$

*Страховые взносы.*

Страховые взносы в социальный фонд страхования составляют 30% от фонда заработной платы.

$$\text{Проектируемый вариант } 74090,9 \cdot 0,3 = 22227,3 \text{ руб.}$$

*Затраты на электроэнергию*

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали-операции, рассчитываем по формуле [12]:

$$З_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{ен}} \cdot Ц_э, \quad (24)$$

где  $N_y$  - установленная мощность главного электродвигателя (по паспортным данным), кВт;

$k_N$  - средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,  
 $k_N = 0,2 \div 0,4$ ;

$k_{вр}$  - средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для крупносерийного производства  $k_{вр} = 0,7$ ;



$k_{од}$  - средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка,  $k_{од} = 0,75$  - при двух двигателях и  $k_{од} = 1$  при одном двигателе;

$k_W$  - коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия,  $k_W = 1,04 \div 1,08$ ;

$\eta$  - коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту станка);

$k_{вн}$  - коэффициент выполнения норм,  $k_{вн} = 1,02$ ;

$\Pi_э$  - стоимость 1 кВт·ч электроэнергии,  $\Pi_э = 3,54$  руб.

Производим расчеты по вариантам по формуле (24):

$$З_э(СТХ310) = \frac{20,7 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,52}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 6,9 \text{ руб.};$$

$$З_э(C30U) = \frac{20 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,79}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 10,2 \text{ руб.};$$

Результаты расчета сводим в таблицу 16 по проектируемому варианту.

Таблица 16 - Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч.	Затраты на электроэнергию, руб.
СТХ310	20,7	0,52	6,9
C30U	20,0	0,79	10,2
Итого			17,1

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$З_э = 17,1 \cdot 240 = 4104 \text{ руб.}$$

*Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.*

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле [12]:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (25)$$

где  $C_{рем}$  - затраты на ремонт технологического оборудования, руб.;  
 $C_{ам}$  - амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, руб.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле [12]:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_з \cdot k_{вн}}, \quad (26)$$

где  $Ц_{об}$  - цена единицы оборудования, руб.;  
 $H_{ам}$  - норма амортизационных отчислений,  $H_{амН} = 8\%$ ;  
 $t$  - штучно-калькуляционное время, мин.;  
 $F_{об}$  - годовой действительный фонд работы оборудования,  $F_{об} = 5910$  ч.;  
 $k_з$  - нормативный коэффициент загрузки оборудования,  $k_з = 0,85$ ;  
 $k_{вн}$  - коэффициент выполнения норм,  $k_{вн} = 1,02$ .

Производим расчеты по вариантам по формуле (26):

$$C_{ам}(СТХ310) = \frac{26163,5 \cdot 0,08 \cdot 0,52}{5910 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 204,3 \text{ руб.}$$

$$C_{ам}(С30U) = \frac{35126,4 \cdot 0,08 \cdot 0,79}{5910 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 433,3 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт оборудования ( $C_{рем}$ ) определяем по количеству ремонтных единиц и стоимости одной ремонтной единицы:

$Ц_{РЕ} = 1152$  руб. Вычисления производим по формуле [12]:

$$C_{рем} = \frac{Ц_{РЕ} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{год}}, \quad (27)$$

где  $\Sigma Re$  - суммарное количество ремонтных единиц по количеству станков одного типа, шт.;

$t$  - штучно-калькуляционное время, мин;

$N_{год}$  - годовая программа выпуска деталей, шт.

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле (27):

$$C_{\text{рем}}(\text{CTX310}) = \frac{1152 \cdot 1}{0,52 \cdot 240} = 9,20 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{рем}}(\text{C30U}) = \frac{1152 \cdot 1}{0,79 \cdot 240} = 6,10 \text{ руб.}$$

Результаты расчета заносим в таблицу 17.

Таблица 17 - Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по проектируемому варианту

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч.	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
CTX310	26163,5	1	8	0,52	204,3	9,20
C30U	35126,4	1	8	0,79	433,3	6,10
Итого					637,6	15,3

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле (25):

$$З_{\text{п}} = 637,6 + 15,3 = 652,9 \text{ руб.}$$

#### *Затраты на эксплуатацию инструмента*

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле [12]:

$$З_{\text{эи}} = (Ц_{\text{пл}} \cdot n + (Ц_{\text{корп}} + k_{\text{компл}} \cdot Ц_{\text{компл}}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{\text{маш}} \cdot (T_{\text{ст}} \cdot b_{\text{фи}} \cdot N)^{-1}, \quad (28)$$

где  $З_{\text{эи}}$  - затраты на эксплуатацию сборного инструмента, руб.;

$Ц_{\text{пл}}$  - цена сменной многогранной пластины, руб.;

$n$  - количество сменных многогранных пластин, установленных для одновременной работы в корпусе сборного инструмента, шт.;

$Ц_{\text{корп}}$  - цена корпуса сборного инструмента (державки токарного резца, корпуса сборной фрезы/сверла), руб.;

$Ц_{\text{компл}}$  - цена набора комплектующих изделий (опорных пластин, клиновых прижимов, накладных стружколомов, винтов, штифтов, рычагов и т. п.), руб.;

$k_{\text{компл}}$  - коэффициент, учитывающий количество наборов комплектующих изделий, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

Коэффициент эмпирический, величина его зависит от условий использования инструмента и качества его изготовления, от режимов резания и общего уровня технической культуры предприятия.

Максимальное значение  $k_{\text{компл}}=5$  соответствует обдирочному точению кованных или литых заготовок с соответствующим качеством обрабатываемых поверхностей;

$Q$  - количество сменных поворотных пластин, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

Величина  $Q$  также определена опытным путем и зависит от условий обработки и формы сменной пластины.

Значения показателя  $Q$  рекомендованные для условий получистовой токарной обработки представлены в таблице;

$N$  - количество вершин сменной многогранной пластины, шт.

Для круглой пластины рекомендуется принимать  $N = 6$ ;

$b_{\text{фи}}$  - коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента.

Экспериментальные данные показывают диапазон изменения величины коэффициента от 0,87 при черновой обработке до 0,97 при чистовой обработке;

$T_{\text{маш}}$  - машинное время, мин;

$T_{\text{ст}}$  - период стойкости инструмента, мин.

В таблицу 18 внесем параметры инструмента.

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 18 - Параметры прогрессивного инструмента по проекту

Операция	Инструмент	Машин-ное время, мин.	Цена единицы инструмента, руб.	Суммарн. период стойкости инструмента, мин	Коэффициент убыли	Итого затрат, руб.
005	Державка MWLNL 2020K08 СМП WNMG 080408-M1 883	0,16	25601 725,4	185	0,90	4,21
	Сверло SD265A-6.006-36-6R1	0,11	6531,2	125	0,90	1,05
	Сверло SD265A-04997-221-0551-R1	0,09	5963,2	113	0,90	1,11
005	Державка A08K SCLCR06 СМП CCMT 060204-F1 TM4000	0,25	24563,2 421	309	0,90	1,18
	Державка MWLNR 2020K08 СМП WNMG 080408-M1 883	0,22	19505 479	310	0,90	1,35
	Сверло SD502-31-62-32R7 СМП СМП SPGX 0903-C1 T400D	0,39	21160 403	206	0,90	5,63
	Державка токарная R150.10-2020-15 СМП 150.10-4N-14 CP600	0,19	22156 403	205	0,90	2,23
	Сверло SD203A-3.0-14-6R1	0,39	3123	175	0,90	2,14
	Сверло SD203A-4.5-18-6R1	0,12	16321	250	0,90	3,55
010	Фреза концевая 553L160Z3.0- SIRON-A	0,95	8563	184	0,90	2,06
	Фреза R217.79-1820.0-10-2A СМП HOMX 10T308TR-M09 F40M	0,86	25603 210	174	0,90	3,99
	Резьбофреза DTM- M6x1.0ISO-8R1	0,97	5632	185	0,90	3,12
	Фреза торцевая R220.53-0080-09-6A СМП SEEX 09T3AFN-M04 MM4500	1,22	25634,2 523,6	215	0,90	3,56
Итого						35,18

Результаты расчетов технологической себестоимости выпуска одной детали сводим в таблицу 19.

Таблица 19 - Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Проектируемый вариант
Заработная плата с начислениями	401,3
Затраты на технологическую электроэнергию	17,1
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	652,9
Затраты на инструмент	35,18
Итого	1106,48

### *Анализ уровня технологии производства.*

Анализ уровня технологии производства являются составляющей частью анализа организационно-тематического уровня производства.

Удельный вес каждой операции определяется по формуле [14]:

$$Y_{\text{оп}} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\%, \quad (29)$$

где  $T^t$  - штучно-калькуляционное время на каждую операцию;

$T$  - суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле (29):

$$Y_{\text{оп}} (\text{СТХ310}) = \frac{0,52}{1,31} \cdot 100\% = 39,7\%.$$

$$Y_{\text{оп}} (\text{С30U}) = \frac{0,79}{1,31} \cdot 100\% = 60,3\%.$$

### *Доля прогрессивного оборудования.*

Доля прогрессивного оборудования определяется по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству. Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{пр}}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\%, \quad (30)$$

где  $g_{\text{пр}}$  - количество единиц прогрессивного оборудования,  $g_{\text{пр}} = 1$  шт.;

$g_{\Sigma}$  - общее количество использованного оборудования,  $g = 1$  шт.

$$Y_{\text{пр}} = \frac{1}{1} \cdot 100\% = 100\%.$$

Определим производительность труда на программной операции [12]:

$$B = \frac{F_p \cdot \kappa_{\text{вн}} \cdot 60}{t}, \quad (31)$$

где  $F_p$  - действительный фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$\kappa_{\text{вн}}$  - коэффициент выполнения норм;

$t$  - штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в разработанном техпроцессе по (31):

$$B_{\text{пр.}} = \frac{1685 \cdot 1,2 \cdot 60}{78,6} = 1543,5 \text{ шт/чел.год}$$

В таблице 20 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 20 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей по проектному варианту
Годовой выпуск деталей	шт.	240
Количество видов оборудования	шт.	2
Количество рабочих	чел.	2
Сумма инвестиций	тыс. руб.	1541,5
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	1,3
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:		1106,48
- затраты на инструмент	руб.	35,18
- заработная плата рабочих		401,3
Доля прогрессивного оборудования	%	100
Производительность труда	шт/чел.год	1543,5
Коэффициент загрузки оборудования		0,035

В результате разработки технологического процесса механической обработки детали «Кран подачи топлива», определена технологическая себестоимость изготовления одной детали с применением станков моделей СТХ310 и С30U, в сумме 1106,48 руб.

### 3. МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА

#### 3.1. Общая характеристика образовательного учреждения

Региональный межотраслевой центр дополнительного профессионального образования является структурным подразделением ПАО "МЗИК".

"Региональный межотраслевой центр дополнительного профессионального образования" создан в 2009 году на базе ОАО "МЗиК" и является его структурным подразделением.

Центр ДПО расположен в административном здании предприятия с общей площадью более 600 м<sup>2</sup>.

#### Цель работы:

Основными целями деятельности Центра ДПО является обучение рабочих для предприятий оборонно-промышленного комплекса (далее ОПК) и обеспечение функционирования, совместно с Правительством Свердловской области и Союзом оборонных предприятий системы дополнительного профессионального образования работников предприятий оборонно-промышленного комплекса для развития их кадрового ресурса в условиях технического, технологического перевооружения и инновационного развития, реализации инвестиционных проектов.

#### Задачи:

1. Формирование системы дополнительного профессионального образования работников предприятий оборонно-промышленного комплекса в составе:

- центр по организации процесса дополнительного профессионального образования работников предприятий оборонно-промышленного комплекса и проведению обучения
- учебно-методическая и учебно-производственная база ВУЗов и других образовательных учреждений - участников системы дополнительного



профессионального образования;

- технологическая база передовых предприятий оборонно-промышленного комплекса - участников системы дополнительного профессионального образования.

2. Формирование системы комплектования контингента обучающихся по программам дополнительного профессионального образования и программам профессиональной подготовки за счет:

- рабочих и специалистов предприятий входящих в состав ОАО «Концерн ПВО «Алмаз-Антей» оборонно-промышленного комплекса Свердловской области и предприятий других отраслей промышленности города Екатеринбурга и Свердловской области;

- лиц, состоящих на учете в центрах занятости;

- студентов и выпускников образовательных учреждений начального, среднего и высшего профессионального образования.

В Центре ДПО работают высококвалифицированные и опытные преподаватели, руководители практики, мастера производственного обучения, инструкторы производственной практики. Центром ДПО поддерживается постоянная связь со службой занятости населения.

Для обеспечения качественного процесса обучения - Центр ДПО имеет учебно-материальную базу в составе:

- учебные кабинеты, лаборатории, компьютерные классы;

- высокотехнологичное современное оборудование в цехах предприятия, привлекаемое к учебному процессу в соответствии с порядком использования производственного и технологического оборудования предприятия в образовательном процессе;

- учебно-методический кабинет,

- техническую библиотеку, читальный зал;

- кабинеты для сотрудников Центра, помещение для преподавателей;

- медицинский пункт;

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- столовую;
- бытовые и другие помещения.

Все помещения оборудованы в соответствии с действующими нормативами и санитарными правилами.

#### **Методическое сопровождение:**

На сегодняшний день Центре ДПО располагает следующими средствами обучения:

- оборудованный класс технического обучения;
- современные наглядные технические средства;
- учебные программы разработаны ФГУ «ВНИИ охраны и экономики труда», согласованы с МТУ Ростехнадзора по УрФО;
- техническая библиотека – порядка 30 000 экз.

#### **Цели обучения рабочим профессиям на производстве**

Программы профессионального обучения и повышения квалификации рабочих позволяют обучающимся приобрести необходимые знания, умения и навыки, определяемые требованиями ЕТКС и профессиональных стандартов. Полученные профессиональные компетенции дают возможность выпускника работать по профессии на предприятиях соответствующего профессии профиля.

### **3.2. Анализ профессионального стандарта учебной документации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»**

В настоящее время с России действует профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 4 августа 2014г. № 530н. Согласно ему основной вид профессионально деятельности по данной профессии - Наладка обрабатывающих центров с программным управлением и обработка деталей.

В таблице 21 приведем описание трудовых функций оператора-

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом.

Таблица 21 - Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ

Обобщенные трудовые функции		Трудовые функции		
Наименование	уровень квалификации	наименование	код	уровень (подуровень) квалификации
1	2	3	4	5
Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	2	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам	A/01.2	2
		Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	A/02.2	2
		Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	A/03.2	2
		Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	A/04.2	2
		Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	A/05.2	2
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам	A/06.2	2
		Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	A/07.2	2
Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки	3	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам	B/01.3	3
		Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	B/02.3	3
		Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	B/03.3	3

## Окончание таблицы 21

1	2	3	4	5
деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	В/04.3	3
Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	С/01.4	4
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	С/02.4	4

Проанализируем обобщенную трудовую функцию - «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности». Анализ приведен в таблице 22.

Таблица 22 - Анализ обобщенной трудовой функции

Наименование	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	Код	А	Уровень квалификации	3
1	2				
Возможные наименования должностей	Наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор обрабатывающих центров (5-й разряд)				
Требования к образованию и обучению	Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)				
Требования к опыту практической работы	Не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии «оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»				
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке				
	Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте				

В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции:

Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам	В/01.3
Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	В/02.3
Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	В/03.3
Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	В/04.3

Выберем трудовую функцию - «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)». Данная трудовая функция должна быть сформирована на 3-ом уровне (подуровне) квалификации. Анализ приведен в таблице 23.

Таблица 23 - Анализ трудовой функции «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)»

Наименование	Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	Код	В/02.3	Уровень (подуровень) квалификации	3
<b>1</b>	<b>2</b>				
Трудовые действия	Корректировка чертежа изготавливаемой детали				
	Выбор технологических операций и переходов обработки				
	Выбор инструмента				
	Расчет режимов резания				
	Определение координат опорных точек контура детали				
	Составление управляющей программы				
Необходимые умения	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)				

### Содержание учебной программы повышения квалификации Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ

Профессия - Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ

Квалификация - 3-ий разряд. Срок обучения - 2 месяца

Таблица 24 - Учебный план

№ п/п	Наименование дисциплин	Всего час.	В том числе		Форма контроля
			лекции	Практ зан.	
1.	<b>Теоретическое обучение</b>	90			
	1. Чтение чертежей и схем	4	4		зачет
	2. Допуски и технические измерения	8	6	2	зачет
	3. Охрана труда	4	4		зачет
	4. Устройство токарно-фрезерных станков с ПУ.	10	10		зачет
	5. Процесс резания металлов и режущий инструмент	6	4	2	зачет
	6. Технологическая подготовка и процесс обработки заготовок деталей на станках с ЧПУ	20	12	8	зачет
	7. Программирование на стойке Sinumerik	38	16	22	экзамен
2.	<b>Производственное обучение</b>	72	12	60	экзамен
Итого:		162			

Изучив учебный план для повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» 3-го разряда, стоит отметить, что программа обучения включает в себя теоретическое обучение (90 часов) и производственное обучение (72 часа). Считаю, что 162 часа достаточно, чтобы повысить квалификацию Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ со 2 на 3 разряд.

Далее приведем учебно-тематический план дисциплины «Программирование на стойке Sinumerik».

### **Учебно-тематический план дисциплины «Программирование на стойке Sinumerik»**

На изучение данной дисциплины учебным планом выделено 38 часов, 16 из которых отведено на лекции и 22 часа - на практические занятия.

Таблица 25 - Учебно-тематический план дисциплины «Программирование на стойке Sinumerik»

№	Наименование тем	Виды занятий		
		Теорети- ческие	Практи- ческие	Всего часов
Теоретическое обучение				
1	Тема 1.Введение.	2	-	2
2	Тема 2. Общее ознакомление с панелью управления	1	1	2
3	Тема 3. Управление станком	1	1	2
4	Тема 4. Управление параметрами	2	2	4
5	Тема 5. Управление программой	2	2	4
6	Тема 6. Разработка управляющей программы	8	8	16
Практическое обучение				
7	Тема 7. Практическое обучение. Отработка практических навыков по программированию и управлению станком.	-	8	8
	Всего часов:	16	22	38

Для разработки методики проведения занятия по дисциплине «Программирование на стойке Sinumerik» была выбрана из тематического плана тема № 6 Разработка управляющей программы. Содержание темы - Программирование фрезерной обработки. Программирование токарной обработки. Программирование обработки при помощи циклов. Разработка управляющей программы для обработки простых деталей.

План конспект занятия теоретического обучения разработаем и проведем по теме "Разработка управляющей программы для обработки простых деталей".

### **3.3. Разработка и проведение занятия теоретического обучения**

Дисциплина - Программирование на стойке Sinumerik

Тема занятия: Разработка управляющей программы для обработки простых деталей.

Цели:

Обучающая: Формирование знаний о разработке управляющей программы для обработки простых деталей

Развивающая:

- развивать профессиональный интерес, мышление и технический кругозор.

Воспитательная:

- воспитывать культуру общения, культуру речи (в том числе с использованием специальной предметной терминологии).

- воспитывать у обучаемых дисциплину, внимательность, аккуратность.

Методы обучения: рассказ, беседа, объяснение, демонстрация слайдов

Форма организации познавательной деятельности: фронтальная.

Средства обучения: ноутбук, мультимедиапроектор, слайды, таблицы, доска, мел.

Продолжительность занятия: 90 минут

Занятие проходит в учебном классе

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Таблица 26 - Модель деятельности преподавателя и слушателей

Элементы структуры урока	Деятельность преподавателя	Деятельность слушателей
1	2	3
1. Организационная часть (5 мин.)	Приветствие Сообщение темы и цели занятия Выдает комплект слайдов и таблицы каждому слушателю (приложение 1)	Приветствуют преподавателя. Записывают тему занятия в тетрадь.
Мотивация (5 минут)	Рассказывает о важности темы.	Слушают, запоминают
2. Сообщение нового материала (50 мин.)	Рассказывает новый материал, по ходу рассказа показывает слайды (приложение А). Конспект нового материала (фрагмент) В настоящее время в станках станочных системах, промышленных роботах используются числовые системы программного управления, сокращенно ЧПУ - CNC (Computer Numerical Control). Все они включают вычислительное устройство (процессор), блоки памяти и ввода-вывода информации. Характерные особенности систем ЧПУ можно определить на основе обозначения их разновидностей: Hand Numerical Control (HNC) - системы, позволяющие вводить информацию вручную с клавиатуры на панели управления и хранить ее в памяти станка; наиболее часто используется в токарных станках с ЧПУ и т.д.	Слушатели слушают преподавателя, изучают слайды. Пользуются выданными таблицами.  Важные моменты записывают в тетрадь.  Комплект слайдов и таблицы выданы каждому слушателю.
3. Закрепление нового материала (15 мин.)	Задаёт вопросы. Вопросы для удобства восприятия демонстрируются на слайде. Вопросы для закрепления нового материала Что включают в себя числовые системы программного управления?	Слушатели устно отвечают на поставленные вопросы, пользуются таблицами, конспектами.

Окончание таблицы 26

1	2	3
	<p>Какие действия необходимо сделать при разработке управляющей программы?</p> <p>Какую информацию должен содержать каждый кадр управляющей программы?</p> <p>Какую подготовительную функцию используют для быстрого перемещения?</p> <p>Как задается движение инструмента по дуге?</p> <p>Каким символом должна заканчиваться каждая управляющая программа?</p> <p>Что обозначает кадр N055 G0 X83 Z3?</p>	<p>Дополняют друг друга, если требуется.</p>
4. Подведение итогов занятия (5 мин.)	<p>Сегодня мы изучили теоретические сведения о разработке, отладке и корректировании управляющих программ. Эта информация пригодится вам на следующем уроке.</p> <p>Отвечу на ваши вопросы, если они есть.</p> <p>На следующем уроке нам предстоит разработать управляющую программу для обработки детали.</p>	<p>Слушают.</p> <p>Задают вопросы.</p> <p>Запоминают.</p>
5. Домашнее задание (5 мин.).	<p>Повторить пройденный материал.</p> <p>Изучить обозначения символов программы. Приготовиться к небольшому тестовому контролю, который будет проводиться на следующем уроке.</p>	<p>Учащиеся записывают.</p>

**Конспект изложения нового материала**

Тема занятия: Разработка управляющей программы для обработки простых деталей. (слайд 1)

В настоящее время в станках станочных системах, промышленных роботах используются числовые системы программного управления,

сокращенно ЧПУ - CNC (Computer Numerical Control). Все они включают вычислительное устройство (процессор), блоки памяти и ввода-вывода информации. Характерные особенности систем ЧПУ можно определить на основе обозначения их разновидностей:

Hand Numerical Control (HNC) - системы, позволяющие вводить информацию вручную с клавиатуры на панели управления и хранить ее в памяти станка; наиболее часто используется в токарных станках с ЧПУ;

Speiher Numerical Control (SNC) - системы с хранением программы во внутренней памяти;

Direct Numerical Control (DNC) - системы более высокого уровня, обеспечивающие: управление сразу несколькими станками; хранение в памяти весьма значительного количества программ; взаимодействие со вспомогательными системами ГПС (транспортирования, складирования); выбор времени начала обработки той или иной детали; учет времени работы и простоев оборудования; учет количества обработанных деталей и т.д.

Рассмотрим панель управления Sinumerik на примере токарного станка с CTX 310 ecoline.



Рисунок 23 - Токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ CTX 310 ecoline и панель управления Sinumerik

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

## Последовательность разработки управляющих программ

При разработке управляющей программы необходимо (слайд 3):

- 1) спроектировать маршрутную технологию обработки в виде последовательности операций с выбором режущих и вспомогательных инструментов и приспособлений;
- 2) разработать операционную технологию с расчетом режимов резания и определением траекторий движения режущих инструментов;
- 3) определить координаты опорных точек для траекторий движения режущих инструментов;
- 4) составить расчетно-технологическую карту и карту наладки станка;
- 5) закодировать информацию;
- 6) нанести информацию на программноноситель и переслать в память устройства ЧПУ станка или вручную набрать на пульте устройства ЧПУ;
- 7) проконтролировать и при необходимости исправить программу.

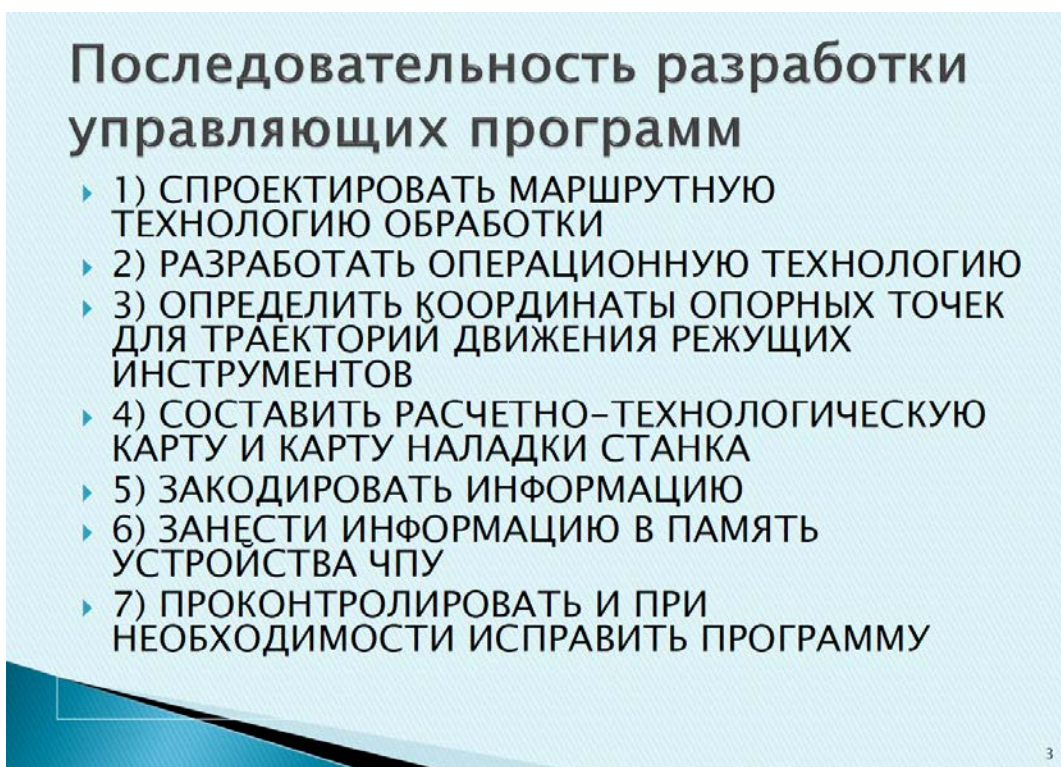


Рисунок 24 - Последовательность разработки управляющих программ

## Программирование управляющих программ ЧПУ

Для программирования необходимы чертеж детали, руководство по эксплуатации токарно-фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ СТХ 310 ecoline, инструкция по программированию, каталог режущих инструментов и нормативы режимов резания (слайд 4).

### ПРОГРАМИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ЧПУ

Для программирования необходимы:

- ☐ Чертеж детали
- ☐ Руководство по эксплуатации  
Токарно-фрезерного  
обрабатывающего центра с ЧПУ СТХ  
310 ecoline
- ☐ Инструкция по программированию
- ☐ Каталог режущих инструментов и  
нормативы режимов резания

4

## Рисунок 25 - Программирование управляющих программ ЧПУ

Запись элементов программы производится в определенном порядке в виде последовательности кадров и с использованием соответствующих символов.

### Вопросы для закрепления знаний (слайд 12)

1. Что включают в себя числовые системы программного управления?
2. Какие действия необходимо сделать при разработке управляющей программы?
3. Какую информацию должен содержать каждый кадр управляющей программы?
4. Какую подготовительную функцию используют для быстрого

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

перемещения?

5. Как задается движение инструмента по дуге?

6. Каким символом должна заканчиваться каждая управляющая программа?

7. Что обозначает кадр N055 G0 X83 Z3?

### 3.4. Разработка и проведение занятия производственного обучения

**Тема занятия:** «Обработка детали Кран подачи топлива по программе на токарно-фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ CTX 310 ecoline с использованием стойки Sinumerik». Привязка режущего инструмента к системе отсчета к детали.

Цели занятия:

Обучающая:

- сформировать у учащихся навыки работы на токарном станке с программным управлением с использованием стойки Sinumerik

Развивающая:

Развивать развить целеустремленность и волю при выполнении запланированной работы.

Воспитательная:

- воспитывать внимание и самостоятельность при выполнении производственных заданий.

- воспитать бережное отношение к инструменту, оборудованию, положительные мотивы профессиональной деятельности.

Методы обучения: наглядные (наблюдение за действиями мастера) и практические (выполнение задания)

Тип занятия: занятие по изучению трудовых приемов и операций.

Место проведения: Учебные мастерские, участок станков с ЧПУ и обрабатывающих центров.

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						85
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Материально-техническое оснащение: токарный станок с ЧПУ, руководство оператора, измерительный инструмент, плакаты, чертежи изделий, учебные заготовки, управляющие программы.

### **Организация и ход занятия:**

1) Организационная часть: 8:30-8:35

а) Проверка наличия и готовность учащихся к занятиям.

2) Вводный инструктаж: 8:35-9:20

а) Сообщение темы и цели занятия.

б) Повторение пройденного материала:

- Порядок ввода УП в память устройства.

- Порядок вывода УП.

- Порядок подготовки токарного станка с ЧПУ к работе.

- Охрана труда при работе на токарных станках с ЧПУ.

- Привязка режущего инструмента к системе отсчета.

- Охрана труда.

- Демонстрация приемов привязки режущего инструмента.

г) Закрепление нового материала:

- Охрана труда при работе на станках с ЧПУ.

- Отработка обучающимися приемов размерной привязки инструмента

3) Текущий инструктаж: 9:45-14:00

Тренировочные упражнения:

- Подготовка станков к работе.

- Выдача учащимся задания

- Обход рабочих мест с целью правильной организации рабочих мест, соблюдения правил охраны труда, проверки правильности выполнения отрабатываемых приемов и выполняемой работы, контроля качества изготавливаемой продукции.


					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4) Заключительный инструктаж: 14:00-14:30

- Сообщение о достижении цели урока.
- Разбор ошибок при выполнении задания.
- Анализ работ учащихся и сообщение оценок.
- Уборка рабочих мест.
- Задание на дом /конспект/.

Пример инструктивных указаний, выдаваемых учащимся для работы  
**РЕЖИМ РАЗМЕРНОЙ ПРИВЯЗКИ ИНСТРУМЕНТА**

Размерная привязка инструмента осуществляется по следующей методике:


1. Нажать клавишу .

2. Установить в патрон станка заготовку.


3. Вызвать привязываемый инструмент в рабочую позицию:

Т «номер» .

4. Включить вращение шпинделя:

- M40  - диапазон




- M3  - направление вращения



- S500  - число оборотов шпинделя

5. Ввести величину рабочей подачи:

- F20 







6. Пользуясь клавишами ручного перемещения /  / произвести касание торца заготовки, перейти в режим размерной привязки , набрать значение „Z0” и ввести в память устройства .

7. Проконтролировать правильность ввода  .

8. Пользуясь клавишами ручного перемещения /  / обточить наружный диаметр.

9. Отвести инструмент по оси Z, не изменяя его положение по оси X и выключить вращение шпинделя.

10. Измерить проточенный диаметр, перейти в режим размерной привязки , набрать измеренную величину «X изм.» и ввести в память .

11. Проконтролировать правильность ввода  .

### *Заключение*

В методической части дипломного проекта проведен анализ нормативной, программной и учебной документации и разработка занятия теоретического обучения для повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», обслуживающих токарно-фрезерный ОЦ с ЧПУ модели СТХ 310 ecoline.

Решены следующие задачи:

- Приведено описание условий обучения рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в центре ДПО;
- Проведен анализ Профессионального стандарта по профессии

«Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;

- Разработан учебный план повышения квалификации по профессии  
«Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;

- Разработано содержание и план проведения учебных занятий по теме  
«Разработка управляющей программы для обработки простых деталей»;

- Разработан план и план-конспект учебного занятия по теме  
«Разработка управляющей программы для обработки простых деталей»;

- Разработано методическое обеспечение учебного занятия по теме  
«Разработка управляющей программы для обработки простых деталей» в  
виде вопросов для закрепления знаний, слайдов

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						89
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте был разработан технологический процесс механической обработки детали «Кран подачи топлива» в условиях серийного производства с использованием оборудования с ЧПУ.

В разработанной технологии применяются современные высокопроизводительные токарно-фрезерный обрабатывающий центр и обрабатывающий центр с программным управлением.

Это позволило сократить время механической обработки, уменьшить тяжесть труда привлеченных к обработке детали рабочих.

Так же была разработана управляющая программа на комплексные операции с ЧПУ.

В экономической части дипломного проекта были определены единовременные вложения, себестоимость обработки детали по проектному варианту. Согласно расчетам, вложения составят 1541,5 т. руб., технологическая себестоимость изготовления одной детали с применением станочков моделей СТХ310 и С30U составит 1106,48 руб.

В методической части проанализирована и оптимизирована образовательная программа операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ. Разработан план и методическое обеспечение учебного занятия на тему: "Разработка управляющей программы для обработки простых деталей".

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбачевич А. Ф., Шкред В. А, Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных спец. вузов – 5-е изд., переработка и дополнение – М.: ООО ИД «Альянс», 2007.-256 с.
2. Григорьев В. М. Разработка технологии изготовления отливки: Учеб. пособие. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2014. – 67 с.
3. Должиков В. П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2005. – 112с.
4. Должиков В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во. ТПУ, 2003. – 324с.
5. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. пособие 2-е изд., перераб. и доп. Екатеринбург: Изд-во ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2012. 138 с.
6. Козлова Т. А. Методические указания к выполнению практической работы. «Анализ заводского технологического процесса механической обработки детали». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008. 34 с.
7. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие / Т. А. Козлова, Т. В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. 137с.
8. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 41с.
9. Панов А. А., Аникин В. В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. Машиностроение: 2004. – 526 с.

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						91
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

10. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005.-Т.1-656 с., ил.
11. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005.-Т.2-612 с., ил.
12. Техничко-экономические расчёты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. пособие / Авт. – сост. Е. И. Чучкалова, Т. А. Козлова, В. П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т» , 2013. 66 с.
13. Электронный каталог «Seco», Токарная обработка, 2015 г.
14. Электронный каталог «Seco», Обработка отверстий, 2015 г.
15. Электронный каталог «Seco», Нарезание резьб, 2015 г.
16. Электронный каталог «Seco», Фрезерование, 2015 г.
17. [http://metallicheckiy-portal.ru/marki\\_metallov/stk/12x18h10t](http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/12x18h10t) (Дата обращения 25.12.2017.).
18. Электронный каталог «Seco», Монолитный инструмент, 2015 г.
19. <http://poznayka.org/s10626t1.html> (Дата обращения 20.12.2017.).
20. [http://steelcast.ru/die\\_steel](http://steelcast.ru/die_steel) (Дата обращения 09.01.2018.).
21. <https://www.chipmaker.ru/files/file/4418/> (Дата обращения 15.01.2018.).
22. <https://studfiles.net/preview/5583865/page:6/> (Дата обращения 20.01.2018.)
23. Шалунова М.Г. , Эрганова Н.Е. Практикум по методике профессионального обучения: Учеб. пособие. - Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001.67 с.
24. Шапоринский С.А. Вопросы теории производственного обучения. – М: Высшая школа, 1981. 208 с.
25. Эрганова Н. Е. Основы методики профессионального обучения:

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Учеб. пособие. -2-е изд. и доп. - Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед.

ун-та, 1999. 138 с.

26. <http://www.rsvpu.ru> (официальный сайт РГППУ)

27. <http://www.zik.ru> (официальный сайт ПАО МЗИК)

28. <http://edu-professional.ru/graduate/> (Дата обращения 20.01.2018.)

29. <http://profstandart.rosmintrud.ru/web/ps1539914> (Дата обращения 25.01.2018.)

30. <http://www.dmg-mori.ru/>

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Перечень листов графических документов

Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Кол-во листов	Примечание
1. Кран подачи топлива	ДП 44.03.04.745.01	A1	1	
2. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.745.Д01	A1	1	
3. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.745.Д02	A1	1	
4. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.745.Д03	A1	1	
5. Управляющая программа на опер. 005 (фрагмент)	ДП 44.03.04.745.Д04	A1	1	



## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Управляющая программа на Операцию 005 Установ Б

N15 T1 D1 ;...TOREC	N150 G1X73.37F1
CHERN+NARUGA D70	N155 Z-29.9F0.1
N20 M41	N160 X76
N25 S80M3	N165 G1Z2.5F1
N30 G90G0G54X91Z50	N170 X70.76
N35 G96S18LIMS=100	N175 Z-29.9F0.1
N40 M7	N180 X75
N50 G0Z1.93	N185 G0Z2.5
N55 X-1F0.1	N190 G42G1X69.76F1
N60 G0Z4	N195 Z-29.9F0.05
N65 X89	N200 G40X89F0.1
N70 Z0.5	N205 G0Z50
N75 G1X-1F0.1	N210 X150
N80 G97	N215 M9M5
N85 Z2.5F1	N220 G0D0G500X0Z0
N90 G0X82	N225 M1
N95 G1Z-29.9F0.1	N230 T2 D1 ;...CENTROVKA
N100 X89	D3.15
N105 G0Z2.5	N235 M42
N110 G1X79F1	N240 S400M3
N115 Z-29.9F0.1	N245 G90G0G54Z50
N120 X82	N250 X0
N125 G0Z2.5	N255 M7
N130 G1X76F1	N260 G4F2
N135 Z-29.9F0.1	N265 G1Z3F5
N140 X79	N270 Z-1.5F0.05
N145 G0Z2.5	N275 G0Z50

N280 X150	N425 M42
N285 M9M5	N430 S160M3
N290 G0D0G500X0Z0	N435 G90G0G54Z50
N295 M01	N440 G0X0
N300 T3 D1 ;...SWERLO D10.2	N445 M7
N305 M42	N450 G4F2
N310 S250M3	N455 G1Z3F5
N315 G90G0G54Z50	N460 Z-13F0.08
N320 G0X0	N465 Z-12F0.3
N325 M7	N470 Z-25F0.08
N330 G4F2	N475 G0Z50
N335 G1Z3F5	N480 X150
N340 Z-8.5F0.1	N485 M9M5
N345 Z1F0.3	N490 G0D0G500X0Z0
N350 Z-17F0.1	N495 M1
N355 Z1F0.3	N500 T5 D1 ;...RASTOCHKA
N360 Z-25.5F0.1	N505 M41
N365 Z1F0.3	N510 S80M3
N370 Z-34F0.1	N515 G90G0G54Z50
N375 Z1F0.3	N520 X11.98
N380 Z-42.5F0.1	N525 M7
N385 Z1F0.3	N530 G4F2
N390 Z-51F0.1	N535 G1Z-19.54F1
N395 G0Z50	N540 Z-26.5F0.1
N400 X150	N545 X9.38
N405 M9M5	N550 Z-19.08F1
N410 G0D0G500X0Z0	N555 X13.58
N415 M1	N560 Z-26.5F0.1
N420 T4 D1 ;...SWERLO D31	N565 X11.98

N570 Z-18.63F1

N575 X15.14

N580 Z-26.5F0.1

N585 X13.58

N590 Z-18.17F1

N595 X16.74

N600 Z-22.5F0.1

N605 X15.14

N610 Z-17.71F1

N615 X18.34

N620 Z-22.36F0.1

N625 X16.74

N630 Z-17.23F1

N635 X19.94

N640 Z-21.9F0.1

N645 X18.34

N650 Z-16.7F1

N655 X21.54

N660 Z-21.44F0.1

N665 X19.94

N670 Z-16.09F1

N675 X23.14

N680 Z-20.97F0.1

N685 X21.54

N690 Z-15.4F1

N695 X24.74

N700 Z-20.52F0.1

N705 X23.14

N710 Z-14.6F1

N715 X26.34

N720 Z-20.02F0.1

N725 X24.74

N730 Z-13.68F1

N735 X27.94

N740 Z-19.45F0.1

N745 X26.34

N750 Z-12.6F1

N755 X29.54

N760 Z-18.8F0.1

N765 X27.94

N770 Z-11.28F1

N775 X31.14

N780 Z-18.05F0.1

N785 X29.54

N790 Z-9.56F1

N795 X32.74

N800 Z-17.19F0.1

N805 X31.14

N810 Z-6.89F1

N815 X34.34F0.1

N820 Z-16.7

N825 X32.74

N830 Z1.93F1

N835 X35.94

N840 Z-14.86F0.1

N845 X34.34

N850 Z1.93F1

N855 X37.54

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						98
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

N860 Z-13.38F0.1	N985 T1 D1 ;...TOREC
N865 X35.94	CHISTOV+NARUGA D50
N870 Z1.93F1	N990 M41
N875 X39.14	N995 S80M3
N880 Z-11.11F0.1	N1000 G90G0G54X66.96Z50
N885 X37.54	N1005 M7
N890 Z1.93F1	N1010 G4F2
N895 X40.18	N1015 G1Z2.5F3
N900 Z-7.11F0.1	N1020 Z-10.5F0.1
N905 G3X24.74Z-20.52CR=15.5	N1025 X74
N910 X18.34Z-22.36	N1030 G0Z2.5
N915 X16.74	N1035 G1X64.16F1
N920 Z2.5F1	N1040 Z-10.5F0.1
N925 G41X43.59	N1045 X66.96
Z1	N1050 G0Z2.5
X41.18 Z-0.2 F0.06	N1055 G1X61.36F1
N930 Z-7.11F0.06	N1060 Z-10.5F0.1
N935 G3X18.14Z-23CR=16	N1065 X64.16
N940 X16.54	N1070 G0Z2.5
X16.14 Z-23.2	N1075 G1X58.56F1
N945 Z-27	N1080 Z-10.5F0.1
N950 X10.78	N1085 X61.36
X9.98 Z-27.4	N1090 G1Z2.5F1
N955 Z1F1	N1095 X55.76
N960 G0 G40 Z50	N1100 Z-10.5F0.1
N965 X150	N1105 X58.56
N970 M9M5	N1110 G0Z2.5
N975 G0D0G500X0Z0	N1115 G1X52.96F1
N980 M1	N1120 Z-10.5F0.1

N1125 X55.76	N1265 CYCLE93(49.94,-
N1130 G0Z2.5	2.24,4.56,2.35,0,0,0,0.2,0.2,,,0.1,0.1,0
N1135 G1X49.36F1	.7,0,5)
N1140 Z0.5F0.1	N1270 G90 G0 X72
N1145 X50.94Z-0.29	N1275 Z50
N1150 Z-10.5	N1280 X150
N1155 X52.96	N1285 M9M5
N1160 G0Z2.5	N1290 G0D0G500X0Z0
N1165 G1X37.18F1	N1295 M1
N1170 G42Z0	N1300 T7 D1;...KANAWA
N1175 X48.94F0.05	NARUGA B=5 CHERN
N1180 X49.94Z-0.5	N1305 M41
N1185 Z-11	N1310 S80M3
N1190 X69.38	N1315 G90 G0 G54 X72 Z50
N1195 G40X69.76Z-11.2	N1320 M7
N1200 G0Z50	N1325 G4F2
N1205 X150	N1330 G1Z-29.9 F5
N1210 M9M5	N1335 X63.77 F0.05
N1215 G0D0G500X0Z0	N1340 X72 F2
N1220 M1	N1345 Z-25.9
N1225 T6 D1 ;...KANAWA	N1350 X63.77 F0.05
NARUGA B=3	N1355 X72 F2
N1230 M41	N1360 Z-21.95
N1235 S80M3	N1365 X63.77 F0.05
N1240 G90G0G54X70Z50	N1370 X66 F2
N1245 M7	N1375 G1Z-29.9 F5
N1250 G4F2	N1380 X57.77 F0.05
N1255 G1Z-6.8F5	N1385 X66 F2
N1260 F0.05	N1390 Z-25.9

N1395 X57.77 F0.05  
 N1400 X66 F2  
 N1405 Z-21.95  
 N1410 X57.77 F0.05  
 N1415 X60 F2  
 N1420 G1Z-29.9 F5  
 N1425 X51.77 F0.05  
 N1430 X60 F2  
 N1435 Z-25.9  
 N1440 X51.77 F0.05  
 N1445 X60 F2  
 N1450 Z-21.95  
 N1455 X51.77 F0.05  
 N1460 X54 F2  
 N1465 G1Z-29.9 F5  
 N1470 X47 F0.05  
 N1475 X54 F2  
 N1480 Z-25.9  
 N1485 X47 F0.05  
 N1490 X54 F2  
 N1495 Z-21.95  
 N1500 X47 F0.05  
 N1505 X49 F2  
 N1510 G1Z-29.9 F5  
 N1515 X41 F0.05  
 N1520 X42 F0.5  
 N1525 X35 F0.05  
 N1530 X36 F0.5  
 N1535 X31.65 F0.05  
 N1540 X49 F2

N1545 Z-25.37  
 N1550 X47 F0.05  
 N1555 X31.65 Z-29.9  
 N1560 X74 F2  
 N1565 G0 Z50  
 N1570 X150  
 N1575 M9M5  
 N1580 G0D0G500X0Z0  
 N1585 M1  
 N1590 T8 D1;...KANAWA  
 NARUGA B=4 CHISTOV  
 N1595 M41  
 N1600 S80M3  
 N1605 G90 G0 G54 X89 Z50  
 N1610 Z-30 F5  
 N1615 X29.84 F0.05  
 N1620 X71.77 F2  
 N1625 D2 Z-15.65  
 N1630 X69.37 Z-16.85 F0.05  
 N1635 X46.81  
 N1640 Z-19.85  
 N1645 X31.84 Z-24.171  
 N1650 G2 X29.84 Z-25.904 CR=2  
 N1655 G1 D1 Z-30  
 N1660 X89 F2  
 N1665 G0 Z50  
 N1670 X150  
 N1675 M9M5  
 N1680 G0D0G500X0Z0  
 N1685 M2

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						102
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

# ТЕМА ЗАНЯТИЯ: РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПРОСТЫХ ДЕТАЛЕЙ.

1

Токарно-фрезерный обрабатывающий  
центр с ЧПУ CTK 310 ecoline и панель  
управления Sinumerik



2

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



## Последовательность разработки управляющих программ

- ▶ 1) СПРОЕКТИРОВАТЬ МАРШРУТНУЮ ТЕХНОЛОГИЮ ОБРАБОТКИ
- ▶ 2) РАЗРАБОТАТЬ ОПЕРАЦИОННУЮ ТЕХНОЛОГИЮ
- ▶ 3) ОПРЕДЕЛИТЬ КООРДИНАТЫ ОПОРНЫХ ТОЧЕК ДЛЯ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЯ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ
- ▶ 4) СОСТАВИТЬ РАСЧЕТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ КАРТУ И КАРТУ НАЛАДКИ СТАНКА
- ▶ 5) ЗАКОДИРОВАТЬ ИНФОРМАЦИЮ
- ▶ 6) ЗАНЕСТИ ИНФОРМАЦИЮ В ПАМЯТЬ УСТРОЙСТВА ЧПУ
- ▶ 7) ПРОКОНТРОЛИРОВАТЬ И ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ ИСПРАВИТЬ ПРОГРАММУ

3

## ПРОГРАМИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ЧПУ

Для программирования необходимы:

- ☐ Чертеж детали
- ☐ Руководство по эксплуатации Токарно-фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ СТХ 310 ecoline
- ☐ Инструкция по программированию
- ☐ Каталог режущих инструментов и нормативы режимов резания

4

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.745 ПЗ

Лист

104

## КАЖДЫЙ КАДР УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ДОЛЖЕН СОДЕРЖАТЬ:

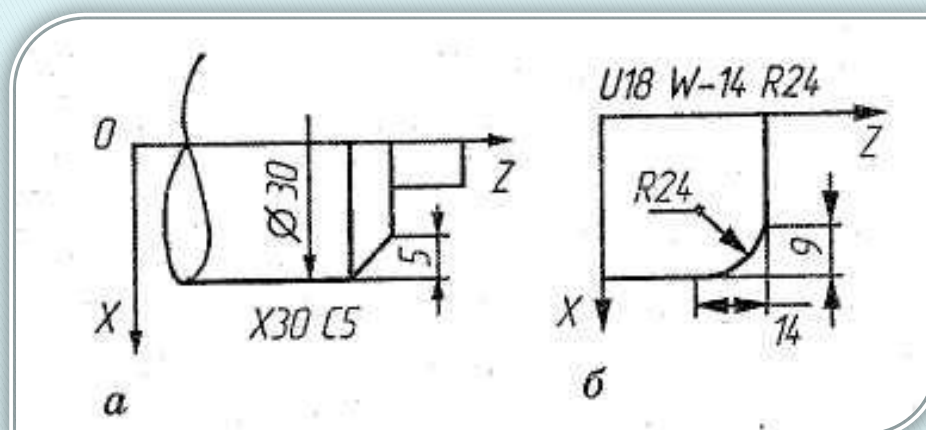
- СЛОВО «НОМЕР КАДРА»
- ИНФОРМАЦИОННЫЕ СЛОВА ИЛИ СЛОВО (ДОПУСКАЕТСЯ НЕ ИСПОЛЬЗОВАТЬ)
- СИМВОЛ «КОНЕЦ КАДРА»

```

N00000 ;Example program for AKKON Desk
N00010 G00 Z5 T05 ; select milling cutter
N00020 G41 ; enable radius correction
N00030 G01 z-0.3
N00040 G00 X-60 Y-80
N00050 G01 X-15 Y-20
N00060 G02 X15 Y-20 I15 J20
N00070 G01 X60 Y-80
N00080 G02 X-60 Y-80 i-60 J80
N00090 G01 z7
    
```

5

## ПРОГРАММИРОВАНИЕ ФАСОК (А) И ДУГ (Б) НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ С ЧПУ



6

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.745 ПЗ

Лист

105

В кадре управляющей программы, задающем режим резьбонарезания, должна быть следующая информация:

- Подготовительная функция, определяющая режим резьбонарезания
- Размерные слова по адресам X и (или) Z, определяющие длину участка резьбы
- Слова по адресу I или K, определяющие шаг резьбы, параллельной соответствующим осям координат

7

## ОТЛАДКА И КОРРЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММ

ПРИ ПОДГОТОВКЕ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ВАЖНЫМ МОМЕНТОМ ЯВЛЯЕТСЯ РАЗРАБОТКА ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ ОТНОСИТЕЛЬНО ДЕТАЛИ И НА ЭТОЙ ОСНОВЕ – ОПИСАНИЕ ДВИЖЕНИЙ СООТВЕТСТВУЮЩИХ ОРГАНОВ СТАНКА

8

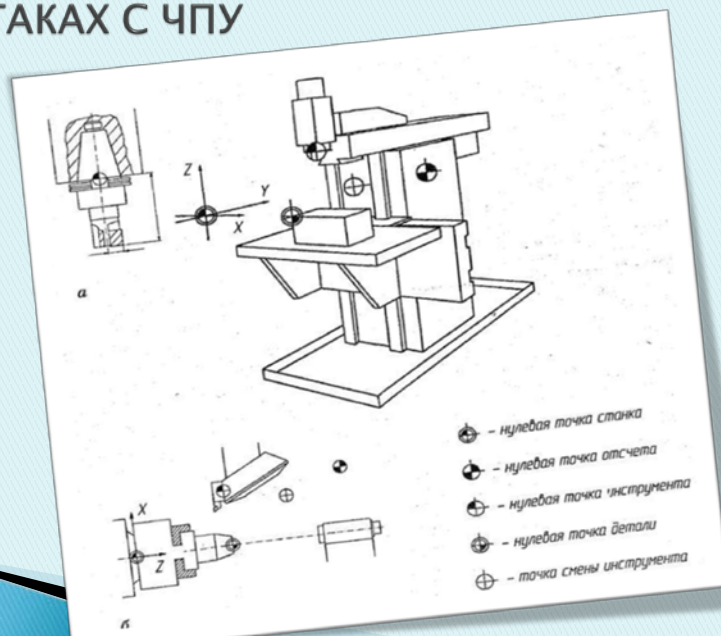
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.745 ПЗ

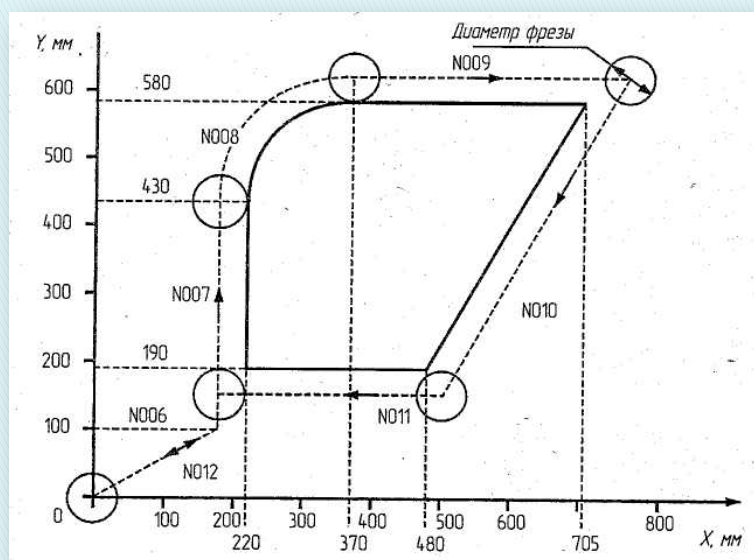
Лист

106

## СИСТЕМЫ КООРДИНАТ ДЕТАЛИ ПРИ ОБРАБОТКЕ НА ФРЕЗЕРНОМ (А) И ТОКАРНОМ (Б) СТАКАХ С ЧПУ



9



ФРАГМЕНТ ПРОГРАММЫ, ПРЕДУСМАТРИВАЮЩИЙ  
ФРЕЗЕРОВАНИЕ ПО ЭКВИДИСТАНТЕ

10

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.745 ПЗ

Лист

107

## ДВИЖЕНИЕ ФРЕЗЫ ПО ЭКВИДИСТАНТЕ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ НАРУЖНОГО КОНТУРА

- ▶ N 005 G 90 G 00 X 0 Y 0 S 1000 T01 M 03
- ▶ N 006 G 41 G 01 X 220 Y 100 F 100
- ▶ N 007 X 220 Y 430 F 50
- ▶ N 008 G 02 G 17 X 370 Y 580 I 370 J 430
- ▶ N 009 G 01 X 705 Y 580
- ▶ N 010 X 480 Y 190
- ▶ N 011 X 220 Y 190
- ▶ N 012 G 00 X 0 Y 0 05M
- ▶ N 013 M 02

11

## ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ НОВОГО МАТЕРИАЛА

1. Что включают в себя числовые системы программного управления?
2. Какие действия необходимо сделать при разработке управляющей программы?
3. Какую информацию должен содержать каждый кадр управляющей программы?
4. Каким символом должна заканчиваться каждая управляющая программы?
5. Что обозначает кадр N055 G0 X83 Z3?

12

					ДП 44.03.04.745 ПЗ	Лист
						108
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		